



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

TEIJA ARO
ENNAKOIVA TUOTANNONOHJAUSPROSESSI
PROJEKTILIIKETOIMINNASSA - TAPAUSTUTKIMUS

Diplomityö

Tekniikan tohtori Heli Aramo-
Immonen hyväksytty tarkastajaksi
talouden ja rakentamisen tiedekunta-
neuvoston kokouksessa 7.9.2016

TIIVISTELMÄ

TEIJA ARO: Ennakoiva tuotannonohjausprosessi projektiliiketoiminnassa -
tapaustutkimus

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 88 sivua

Marraskuu 2016

Johtamisen ja tietotekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Tuotantotalous

Tarkastaja: Tekniikan tohtori Heli Aramo-Immonen

Avainsanat: tuotannonohjaus, prosessit, prosessijohtaminen, tietovirta, materiaaivirta, sisäinen asiakkuus

Tuotannonohjaus on keskeinen valmistavan yrityksen prosessi, joka koostuu usean eri osaston osaprosesseista. Osastojen välisen yhteistyön tehokkuuteen voidaan vaikuttaa ennakoimalla tiedon ja materiaalien virtauksia. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin tuotannonohjausprosessia kohdeyrityksessä, jonka toiminta on projektiluontoista ja tuotteen valmistus on yrityksen ydintoimintaa. Aiheen tarkastelu keskittyi suunnittelun, tuotannonsuunnittelun, varastotoimintojen ja tuotannon välisiin virtauksiin. Tämän työn tavoitteena oli määritellä tutkittavan prosessin nykytila ja tahtotila sekä määritellä vaihtoehtoinen toimintatapa rajapintojen prosessikuvauksen kautta. Nykytilaa kartoitettaessa oli tavoitteena määritellä prosessin kehittämiseen keskeisesti vaikuttavat asiakokonaisuudet sekä listata prosessin toimintoihin liittyviä riskejä.

Tämä tutkimus suoritettiin tapaustutkimusluonteisesti konstruktiivisen tutkimusotteen keinoin ja tutkimuksen tarkastelunäkökulmaksi valittiin projektinohjauksen näkökulma. Tutkimusaineisto kerättiin henkilöhaastattelujen avulla. Tuotannossa ja sen rajapinnoissa työskenteleviä henkilöitä haastatteleamalla kartoitettiin kohdeyrityksen tuotannonohjausprosessin nykytilaa kuvaava laadullinen tutkimusaineisto. Päättämiskysymys: miten nykyprosessi toimii ja miten prosessin kulkua halutaan kehittää projektin ohjauksen näkökulmasta, tarkasteltiin empiiriseltä pohjalta ja tutkimusaineistoa peilattiin teollista tuotantoa ja prosessin kulkua käsittelevään kirjallisuuteen.

Tutkimuksen tuloksena nykytilaa todettiin vaivaavan heikko palvelutaso, johon vaikuttaminen edellyttää sisäisen asiakkuuden parempaa sisäistämistä. Nykyiselle toimintamallille esitettiin vaihtoehtoinen toimintatapa, jossa prosessin ennakoivuutta pyrittiin lisäämään tuotantoteknisen suunnittelun sisällyttämisellä osittain mallinnusohjelmaan ja osittain tuotesuunnittelun kanssa samanaikaisesti toteutettavaksi. Työsuunnittelun ja -järjestelyn tuloksena tuotantoa tulisi ohjaamaan viikko-, päivä- ja vuorokohtainen valmistusohjelma. Aveva Marine -mallinnusohjelman todettiin olevan avainasemassa tuotannonohjausprosessin kehittämisessä ennakoivampaan suuntaan. Johtopäätöksissä todettiin, että prosessin kaikkien toimijoiden kokonaisuuden ymmärtäminen ja osallistuminen tulee lisätä ja tukea koulutuksen ja horisontaalisten henkilöryhmien välisen yhteistoiminnan lisäämisen myötä.

ABSTRACT

TEIJA ARO: The proactive operations management process in project business – case study

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 88 pages

November 2016

Master's Degree Programme in Management and Information Technology

Major: Industrial Engineering and Management

Examiner: D.Sc. (Tech.) Heli Aramo-Immonen

Keywords: industrial engineering and management, processes, process management, information flow, material flow, internal customer

Operations management is a crucial process within a manufacturing company involving a number of separate departments. Through anticipation of the flow of information and materials it is possible to effect the performance of the collaboration of separate departments. In this study the operations management process was surveyed in a company, which operations are project-based and manufacturing is the core business. Review of the subject focused on the flows between design engineering, production planning, warehouse and fabrication. Target for this study was to determine the current state and the intent state of the process and also set out the alternative approach of the process through the process mapping. When determining the current state of the process the aspiration was to specify the essential issues to have an impact to the improvement efforts of the process.

This case study was carried out by using a constructive research approach and the point of view for the study was the project management perspective. The research material was gathered by personal interviews. Persons working in fabrication department and its interface functions were interviewed in order to survey the qualitative cognition of current state of operations management in the company. The main concern of this study was how the process works currently and how the process flow is to be developed in the point of view of project management. The concern was viewed through empirical sighting being compared with the literature of industrial production and process flow.

Study results suggest that the current process is afflicted by lame volition of service. Being able to influence on that it requires better internalization of the idea of internal customer. This study includes an introduction of an alternative way of working in terms of aiming at increasing the proactivity of the process through inclusion of the production planning partly in the modeling program and partly to be performed simultaneously with design engineering. The output of the work planning and arrangement functions will be a production program for level of week, day and shift. Aveva Marine design software was perceived to play a key role in the development of the operations management process in a proactive way. As a conclusion the process performance would benefit from increased understanding of the entity and the participation of all actors in the process and both of these need to be supported by training and addition of cooperation between the horizontal groups of persons.

ALKUSANAT

Tämä ennakoivaa tuotannonohjausprosessia käsittelevä tutkimus toteutettiin kohdeyrityksessä, jossa toiminnan kehitystä on toteutettu tuotannossa ja meneillään oleva kehitystyö koskee suunnittelua. Suunnittelumuutoksella tulee olemaan vaikutusta valmistettavien osien osaseurantaan sekä tuotteen valmistettavuuteen ja kokoonpantavuuteen.

Tässä työssä kartoitettiin tuotannonohjausprosessin nykytilaa sekä tarkasteltiin tahtotilaa projektinohjauksen näkökulmasta. Tuotannonohjausprosessiin vaikuttavien osatekijöiden määrä on suuri ja prosessin kehitys sekä ennakointi prosessissa ovat monen osaston toimintojen summa. Tässä työssä tuotiin esiin suunnitelma- ja suunnittelutason sekä operatiivisen tason yhteentoimivuuden tärkeyttä ja nostettiin esiin kokonaisuuden tajuamisen ja osallistumisen tärkeys prosessin kehitykseen vaikuttavina tekijöinä.

Kiitän kaikkia kyselyhaastatteluihin ja keskusteluihin osallistuneita henkilöitä sekä Teroa, joka toimi kohdeyrityksen puolelta työn tarkistajana. Tahdon kiittää tekniikan tohtori Heli Aramo-Immosta diplomityöni virallisena tarkastajana toimimisesta ja työhön liittyvän ohjauksen antamisesta.

Suuri kiitos opiskeluaikaisen tuen antamisesta kuuluu miehelleni Tuomakselle sekä lapsilleni Konstalle ja Ruutille. Omakohtainen kokemukseni on, että henkilökohtaisen tavoitetasen nosto on antanut minulle energiaa pyrkimyksessä parempiin suorituksiin, mutta samaan hengen vetoon joudun toteamaan, että ihmisen kyky keskittyä moneen asiaan kerralla on rajallinen. Siksi kiitänkin perhettäni kärsivällisyydestä ja joustavasta mukana elämisestä työn ohessa suorittamani opiskelun täyttäessä iltapäiväni usean viime vuoden ajan. Kiitos.

Porissa, 7.10.2016

Teija Aro

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Yrityskuvaus	1
1.2	Käytössä olevat tuotannon- ja toiminnanohjausjärjestelmät.....	4
1.3	Käytössä olevat mallinnusohjelmat.....	8
1.4	Kohdeyrityksessä vuonna 2014 toteutettu kehitystyö.....	9
1.5	Kohdeyrityksessä meneillään oleva kehitystyö.....	10
1.6	Aiheen rajaus, näkökulma ja tutkimuksen tausta.....	15
1.7	Tutkimusmenetelmä ja tutkimusote	16
1.8	Tutkimusongelma, tutkimuskysymykset ja työn tavoitteet.....	17
2.	TUOTANNONOHJAUS PROSESSINA	19
2.1	Toiminnan, ohjauksen ja johtamisen haasteita.....	22
2.2	Operaatiot ja prosessit	24
2.3	Prosessin mallintaminen, raja- ja liityntäpinnat	29
2.4	Organisaation sisälogistiikka ja virtaukset.....	33
2.5	Sisäinen asiakkuus ja vuorovaikutus.....	34
2.6	Lean, 5S ja six sigma	36
3.	TOIMINNAN NYKYTILAN KARTOITUS	40
3.1	Suunnittelun rooli tietovirrassa	40
3.2	Projekti-insinöörin ja laatuosaston roolit tietovirrassa.....	45
3.3	Kuvaus tuotannonsuunnittelusta kohdeyrityksessä.....	46
3.4	Kuvaus varaston toimintarutiineista ja työvaiheista.....	50
3.5	Tuotannon alkupään työvaiheiden kuvaus	54
3.6	Esivalmistus-, osakoonti- ja kokoonpanotyön valmistelu.....	58
3.7	Yhteistyö, tiedonkulku, kritiikkiä ja kehitystarpeita	59
4.	TUTKIMUSTULOKSET	65
4.1	Toiminnan- ja tuotannonohjauksen nykytila.....	65
4.2	Tahtotila projektinohjauksen näkökulmasta	72
5.	YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT	74
5.1	Yhteenveto tutkimuksesta	74
5.2	Nykyinen vs. vaihtoehtoinen toimintatapa.....	80
5.3	Johtopäätökset	83
	LÄHTEET.....	84

KUVALUETTELO

Kuva 1.	<i>Organisaatiorakenne pelkistetyksi kuvattuna kohdeyrityksen organisaatiokaaviota mukaillen.</i>	<i>2</i>
Kuva 2.	<i>Nestix2-näkymä eri käyttömoduleista. Moduilit, jotka eivät ole kohdeyrityksen käytössä on ylläritetty.</i>	<i>5</i>
Kuva 3.	<i>Nestix2 Workshop-modulin alta löytyvät käyttöikkunat.</i>	<i>7</i>
Kuva 4.	<i>TOIMIVA-kehitysohjelman myötä työpisteiden siisteyteen on kohdeyrityksessä kiinnitetty erityistä huomiota. Kuvassa 5S-järjestelmän mukainen tunkkikaappi.</i>	<i>10</i>
Kuva 5.	<i>Esimerkkiotos työkuvasta, joka on toteutettu aiemman suunnittelutoteutustavan mukaisesti.</i>	<i>11</i>
Kuva 6.	<i>Vasemmalla kuvattuna kelluntatankin uudistettu osavalmistenumerohierarkia ja oikealla sen mukaisesti laadittu esivalmistekuvanto.</i>	<i>12</i>
Kuva 7.	<i>Vasemmalla kuvattuna kelluntatankin osavalmisteen kokoonpanokuvanto ja oikealla yksittäisen osalohkon lohkokokoonpanokuvanto.</i>	<i>12</i>
Kuva 8.	<i>Valmis kelluntatankki.</i>	<i>13</i>
Kuva 9.	<i>Valmistettavan tuotteen kokoonpanohierarkiakaavio ja tuotteen poikkileikkauskuva, jossa on kuvattuna osavalmistejako.</i>	<i>14</i>
Kuva 10.	<i>Syöte – konstruktio – tuotos -havainnekuva.</i>	<i>17</i>
Kuva 11.	<i>Perustuotantojärjestelmä kuvattuna Lapinleimu et al. mukaillen (1997, s. 15).</i>	<i>20</i>
Kuva 12.	<i>Tuotantojärjestelmän osat Lapinleimu et al. mukaillen (1997, s. 19).</i>	<i>20</i>
Kuva 13.	<i>Tuotannonohjausjärjestelmän rakenne Chengiä ja Simmonsia (1994) mukaillen.</i>	<i>22</i>
Kuva 14.	<i>Esimerkki yksinkertaisesta prosessitaulukosta, jonka avulla kuvataan prosessin virtauksia ja työn etenemistä vaihe vaiheelta.</i>	<i>31</i>
Kuva 15.	<i>Esimerkki yksinkertaisesta prosessikaaviosta, jonka avulla kuvataan prosessin virtauksia ja työn etenemistä vaihe vaiheelta.</i>	<i>31</i>
Kuva 16.	<i>Nestissä levyille sommitellut osat muodostavat polttokartan.</i>	<i>43</i>
Kuva 17.	<i>Esimerkki levyosaluettelosta.</i>	<i>44</i>
Kuva 18.	<i>Esimerkki työkuvasta.</i>	<i>46</i>
Kuva 19.	<i>Esimerkki MARS-varastomääräimestä eli DRL-listasta.</i>	<i>48</i>
Kuva 20.	<i>Esimerkki Nestix –saattokortista, jossa tärkeä osaseurantatunnus on kentässä OTT.</i>	<i>48</i>
Kuva 21.	<i>Esimerkki tuotannonsuunnittelijan laatimasta työkortista.</i>	<i>49</i>
Kuva 22.	<i>Käsivarastomääräin -kortti, joka tulisi jättää varastoon tavaraa haettaessa, kun varastohenkilökunta ei ole paikalla.</i>	<i>52</i>
Kuva 23.	<i>Palautus varastoon -lappu eli ”se vaaleanpunainenlappu”</i>	<i>53</i>

Kuva 24.	<i>Vasemmalla plasmapolttokone, keskellä happi-asetyleenipolttokone ja oikealla suuntaispolttokone.</i>	55
Kuva 25.	<i>Teräslevy rullaradalla matkalla varastosta polttohalliin.</i>	56
Kuva 26.	<i>Poltosta tulleita teräsosia lavotettuna kuljetuslavojen päälle.</i>	56
Kuva 27.	<i>Vasemmalla levyyn stanssattu tunniste ja oikealla maalitussilla kirjatut osan tunnistemerkinnät.</i>	57
Kuva 28.	<i>Materiaaliluokkien mukaan määräytyvät tilaus-, seuranta- ja ohjauskäytännöt.</i>	65
Kuva 29.	<i>Informaation kulku tuotantoa edeltävissä rajapinnoissa.</i>	66
Kuva 30.	<i>Nestixissä olevan tiedon käsittely sekä tiedon ja dokumenttien kulku ennen valmistuksen alkua.</i>	68
Kuva 31.	<i>Prosessin nykytilan kulkua kuvattu tuotannon alkupään rajapinnoissa.</i>	69
Kuva 32.	<i>Materiaalin ohjaukseen liittyvien dokumenttien ja materiaalin kulku esikäsittely- ja polttovaiheen läpi.</i>	70
Kuva 33.	<i>Esivalmistusvaiheen kuvaus materiaalin ohjauksen näkökulmasta.</i>	71
Kuva 34.	<i>Kokoonpanovaiheen kuvaus materiaalin ohjauksen näkökulmasta.</i>	71
Kuva 35.	<i>Kohdeyrityksen tuotannonohjausjärjestelmän rakenne Chengiä ja Simmonsia (1994) mukaillen.</i>	75
Kuva 36.	<i>Riskikartoitus projektinohjauksen näkökulmasta.</i>	79
Kuva 37.	<i>Nykyinen toimintatapa.</i>	80
Kuva 38.	<i>Vaihtoehtoinen toimintatapa.</i>	81

LYHENTEET JA MERKINNÄT

Aveva	kohdeyrityksen suunnitteluosaston käytössä oleva mallinnusohjelma
CFE	asiakkaan toimittamat laitteet (Company Furnished Equipment)
DFM	tuotteen valmistettavuus (Design For Manufacturing)
DFA	tuotteen kokoonpantavuus (Design For Assembly)
DXF	AutoCAD tiedostomuoto, joka mahdollistaa tietojen yhteentoimivuuden muiden ohjelmien kanssa (Drawing Exchange Format)
DRL	MARS-varastomääräin (Delivery Request List)
ERM	toiminnanohjausjärjestelmä (Enterprise Resource Management)
ERP	toiminnanohjausjärjestelmä (Enterprise Resource Planning)
FAB	valmistusta kuvaava lyhenne (fabrication)
GEN	yleinen-sanaa kuvaava lyhenne (general)
Inventor	suunnitteluosastolla käytössä oleva mallinnusohjelma
JTK	jatkava kortti (kenttä Nestix –saattokortissa)
LEI	Lean Enterprise Institute, Inc
MARS	kohdeyrityksessä käytössä oleva ERP-järjestelmä
MP	määränpäätunnus
MPC	tuotannonohjausjärjestelmä (Manufacturing Planning and Control)
MRR	materiaalivastaanottoraportti (Material Receiving Report)
MTO	listaus valmistukseen tarvittavista materiaaleista (Material Take Off)
MTR	materiaalia kuvaava lyhenne (material)
NC	numeerinen ohjaus (Numerical Control)
Nestix	osavalmistuksen ohjausjärjestelmä
OSD	materiaalipoikkeamaraportti (Overage-Shortage-Damage)
OTT	osavalmistuksen tuotantotilausnumero
P	projekti-komponentti
PDB	dokumenttien tallennusjärjestelmä (Project Data Base)
PDMS	laitossuunnitteluohjelmisto (Plant Design Management System)
PL	levytavara (materiaali- ja osaohjaus hoituu Nestixin kautta)
PR	profiilitavara (materiaali- ja osaohjaus hoituu Nestixin kautta)
RFID	radiotaajuinen etätunnistus (Radio Frequency IDentification)
S	standardimateriaali
SLA	palvelutasosopimus (Service-Level Agreement)
Toimiva	kestävän toimintamallin kehitysohjelma henkilöstön osaamisen kehittämiseksi kohdeyrityksessä
Toolbox	turvallisuusasioihin keskittyvä työntekijöille järjestettävä katsaus koskien tulevaa työvaihetta
TPO	tilausehdotus (Technical Purchase Order)
TQM	kokonaisvaltainen laatujohtaminen (Total Quality Management)
TVK	työvaiheketju
TVR	työn vaatavuusluokka

1. JOHDANTO

Tämän tutkimuksen kohdeyritys on kansainvälisen yrityskonsernin suomalainen yksikkö, jonka toimialana on meritekninen teollisuus. Yrityksen toiminta keskittyy projektinhallintaan, suunnitteluun ja massiivisten teräsrakenteiden valmistukseen.

1.1 Yrityskuvaus

Kohdeyrityksen juuret ovat 1970 -luvulla, jolloin yrityksen toiminta käynnistyi nykyisellä teollisuusalueella. Yrityksen toiminta on alusta alkaen keskittynyt teräsrakennetuotantoon, mutta valmistettavat tuotteet ja rakenteet ovat vaihtuneet vuosikymmenten saatossa kysynnän muutosten myötä.

Vuonna 2011 tehdyn tarkastelun perusteella yrityksessä työskentelevien henkilöiden keski-ikä oli tuolloin 44,02 vuotta ja keskimääräinen työhistoria kyseisessä yrityksessä oli 14,46 vuotta. Toimihenkilöiden koulutustausta jakaantui seuraavanlaisesti:

- 14% M.Sc. tai korkeammin koulutettuja
- 39% B.Sc.
- 18% teknikkoja
- 29% muita

Työntekijöiden toimenkuvarakenne oli samaisen tarkastelun mukaan:

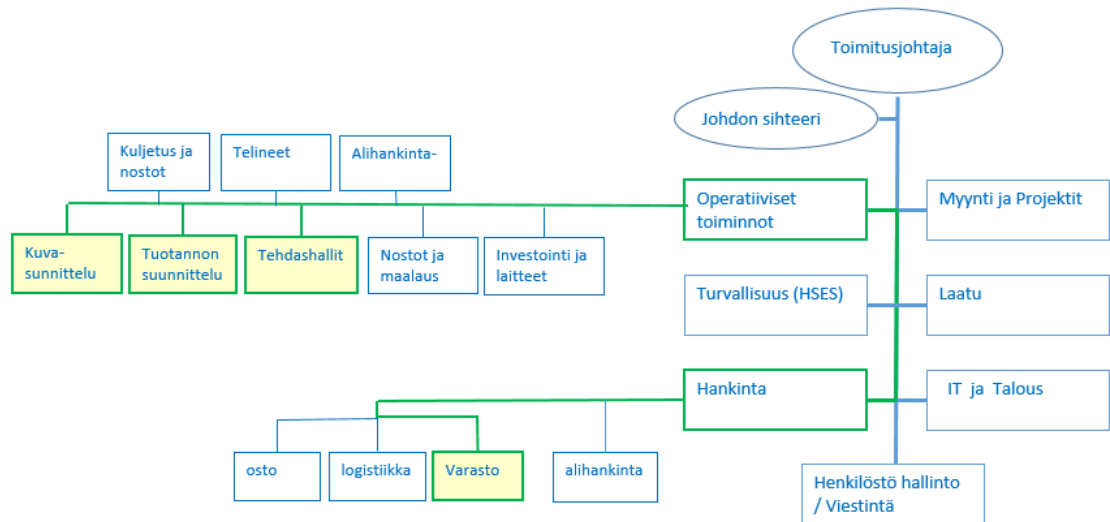
- 30% levyseppiä
- 40% hitsareita
- 2% putkiasentajia
- 2% maalareita
- 4% tarkastajia
- 5% nosturi- ja kuljetushenkilöitä
- 6% varastotyöntekijöitä
- 11% muita

Yrityksen työntekijöiden toimenkuvarakenne ja koulutustaustan mukainen prosentuaalinen jakauma on muuttunut edellä esitetyn vuonna 2011 tehdyn tarkastelun jälkeen, sillä vuoden 2013 aikana yrityksessä toteutettiin laajamittainen henkilöstön vähentäminen tuotannollisista ja taloudellisista syistä.

Yrityksen toiminta kattaa suunnittelu-, projektinhallinta- ja valmistustoiminnan sekä linjaorganisaatiotyyppisesti tukitoimina osto-, laatu-, turvallisuus-, talous- ja henkilöstöhallinnon toiminnot. Yrityksen toiminta on projektiluontoista ja valmistava työ

on ydintoimintaa. Projekteissa, joissa valmistettavat rakenteet toistuvat samankaltaisina projektin sisällä ja eri projektien välillä, on toistuvuutta hyödynnetty rakennustekniikoiden ja -tapojen kehittämiseksi sarjatuotantomaiseen suuntaan. Sarjatuotantomaisuudella tarkoitetaan tässä samankaltaisten osien ja osakoonpanojen määrän liikkuvan muutamissa kymmenissä.

Alla olevassa organisaatiokaaviossa on avattu organisaation ylimmästä tasosta seuraavaa tasoa vain operatiivisten toimintojen ja hankintojen osalta. Tutkimuksessa käsiteltävät rajapinnat on korostettu vihreällä värillä.



Kuva 1. Organisaatorakenne pelkistetyksi kuvattuna kohdeyrityksen organisaatiokaaviota mukaillen.

Kuvasta 1 voidaan nähdä, että kohdeyrityksen organisaatiokaavion ylin taso on jaettu toimintojen mukaisiksi kokonaisuuksiksi. Nykyisessä organisaatorakenteessa kuvasuunnittelu, tuotannonsuunnittelu ja tehdashallit kuuluvat *operatiiviset toiminnot*-nimikkeen alle ja varasto kuuluu *hankinta*-nimikkeen alle. Tuotannonsuunnittelusta käytetään kohdeyrityksessä myös nimitystä työsuunnittelu. Varastotoiminnot ovat aiemmin kuuluneet operatiiviset toiminnot-nimikkeen alle.

Organisaatiokaaviossa *tehdashallit*-kokonaisuus tarkoittaa yrityksen omaa valmistavaa tuotantoa eli valmistusta, joka suoritetaan omalla tontilla, oman tai lainatyövoiman toimesta. Oma tuotanto jakautuu osastoihin, jotka vastaavat tietyn tyyppisistä töistä projektikohtaisesti. Tuotannon osastot tunnetaan numeroilla 21, 22, 23, 24 ja 25. Osasto 21 on poltto- ja esivalmistusosasto, osastot 22 ja 23 vastaavat osa- ja pääkokoonpanotyövaiheista. Osasto 24 vastaa niin sanotusta radalla tapahtuvasta työstä ja osasto 25 on maalausosasto.

Valmistusprosessin tuotantovaiheita kohdeyrityksessä ovat (QMS-CON-002-PDS):

- esikäsittely
- paloittelu
- esivalmistus
- osakokoonpano
- suurlohkokokoonpano
- pääkokoonpano
- varustelu
- pintakäsittely
- merkkaukset
- nostot, siirrot, kuljetukset
- telinetyöt

Tuotannon vastuuhierarkiarakenne on elänyt yrityksen tilauskannan vaihteluiden mukaan suuresti lähivuosina. Suuren tilauskannan aikaan yrityksessä on toiminut tuotantojohtaja, jonka alaisuudessa on toiminut hallissa tapahtuvasta tuotannosta vastaava tuotantopäällikkö ja kokoonpanoradalla tapahtuvasta tuotannosta vastaava tuotantopäällikkö. Pienemmän tilauskannan aikana yrityksen tuotannosta on vastannut yksi tuotantopäällikkö. Jokaisella tuotanto-osastolla on vastaava tuotantoinsinööri, joka toimii esimiehenä kyseisen osaston työnjohtajille. Työnjohtajien alaisina valmistavaa eli suoraa työtä suorittavat esimerkiksi polttokoneen ja robottien käyttäjät, järjestelymiehet, levysepät, hitsaajat ja maalarit.

Valmistava työ suoritetaan pääsääntöisesti kaksivuorotyönä, mutta tuottavuus- tai aikatauluvaatimusten perusteella työtä voidaan suorittaa myös yksivuoro- tai kolmivuorotyönä. Ennakoimattomiin aikatauluvaatimuksiin tai myöhästymiin pystytään vastaamaan ylitöillä, lainamiehillä tai työn alihankinnoilla.

Organisaatiokaaviossa *kuvasuunnittelu*-kokonaisuus kattaa luokkakuvasuunnittelun, laskelmien teon, työkuvasuunnittelun ja nestauksen. Kohdeyrityksessä suunnittelu etenee rinnakkaissuunnittelun (concurrent engineering) ajatusmallin mukaisesti. Luokkakuvat hyväksytetään luokituslaitoksella, joka tarkistaa ja antaa hyväksynnän eli luokittaa laiva- ja meriteollisuuteen valmistettavien rakennelmien suunnitelmat. Luokkakuvat ja painosetä lukuuslaskenta aloitetaan hyvissä ajoin ennen työkuvasuunnittelua. Työkuvasuunnittelu alkaa, kun luokkakuvien valmius on riittävä ja luokkakuvasuunnittelu jatkuu osittain työkuvasuunnittelun kanssa päällekkäin. Työkuvasuunnittelu etenee valmistuksen kanssa samanaikaisesti siten, että työkuvat valmistuvat tarpeeseen tavoitteena kuvan julkaisu kaksi viikkoa työn aloitusta aiemmin.

Tavoitteen mukaisesti kuvien lisäksi myös materiaalit aikataulutetaan vastaanotettavaksi kaksi viikkoa ennen työvaiheen aloitusta. Tämä siksi, että varastokäsittelylle ja tuotannonsuunnittelulle on varattu kaksi viikkoa työskentelyaikaa. Tuotannonsuunnittelun tehtävänä on laatia työohje valmistustyön toteuttamiseksi aikatauluun perustuvan tehtäväjaon mukaisesti.

Kohdeyrityksessä on neljä eri varastoa materiaaleille ja osavalmisteille. Materiaalit ja tuotteet, jotka omaavat lämpö- ja kosteussuojausvaatimuksia varastoidaan keskusvarastoon. Raakamateriaalit varastoidaan teräsvarastoon. Maalit ja maalaamiseen liittyvät aineet varastoidaan maalivarastoon ja välivarastoon varastoidaan osavalmisteet. Lisäksi työkalujen säilyttämiseen on olemassa erikseen työkaluvarasto.

Valmistusprosessin mittareita ovat työturvallisuuteen, tuottavuuteen, läpimenoaikoihin ja laatuun liittyvät mittarit. Tuotannonsuunnitteluprosessin mittari on laskettujen ja tehtyjen työtuntien osuvuus. Varastoprosessin mittari on varaston kiertoaika. Suunnittelun mittarit ovat valmistussuunnittelun laatua kuvaava mittari ja tuottavuusluku eli ansaittujen tuntien suhde käytettyihin tunteihin.

1.2 Käytössä olevat tuotannon- ja toiminnanohjausjärjestelmät

Toiminnanohjausjärjestelmänä kohdeyrityksessä on käytössä **Logimatic MARS**. Logimatic MARS-järjestelmän ja sen palveluiden tuottajana on aiemmin ollut Logimatic Holdings A/S. Vuonna 2010 AVEVA Enterprise Solutions Group osti Logimaticilta MARS-yritystoiminnan, josta lähtien järjestelmästä on kehitetty uudempia versioita AVEVA MARS -nimellä (www.aveva.com). Kohdeyrityksessä on edelleen käytössä Logimatic-versio MARS-järjestelmästä.

MARS on ERP-järjestelmä, jonka avulla kohdeyrityksessä hallinnoidaan materiaalihankintoja sekä työkorttien ja -vaiheiden ohjausta ja seuranta. MARS-järjestelmän kautta suoritettava ohjaus ja materiaalihankinnat tukeutuvat järjestelmään luotuihin standardi- ja projektinimikkeisiin. Projektikohtaiset koodit luodaan järjestelmään tiedon käsittelyä ja tarkempaa tarkastelua varten. MARS-järjestelmään siirretään projektiaikataulun valmistustehtävät, jotka tuotannonsuunnittelu jakaa alemman tason työkorteiksi ja edelleen työvaiheiksi. Kaikki materiaalitilaukset kirjataan MARSiin ja tilausrivit kiinnitetään valmistustehtäviin. Muun muassa materiaalinumeron kertova koodi ja esivalmistekoodit ovat etukäteen MARSiin luotavia tunnistetietoja, jotka vaikuttavat materiaaliyhjäykseen ja seurantaan. Esivalmistekoodi voidaan poimia MARSissa tuotettaviin asiakirjoihin.

Materiaali- ja osaseurantaan käytettävän ohjelman määräytyminen pohjautuu MARS-järjestelmän materiaalikoodaukseen. MARSin avulla ohjataan standardimateriaalina (S) ja projekti-komponentteina (P) tilattujen materiaalien virtaa, sillä nämä materiaalit tilataan tilausehdotus-käytännön (TPO) kautta. TPO:lla tilatuista osista esimerkiksi kaideputkista, putkikannakemateriaaleista, rutilöistä ja pulteista laaditaan MARS-osaluettelo suunnittelijan toimesta. (QMS-ENG-4001; QMS-ENG-4101)

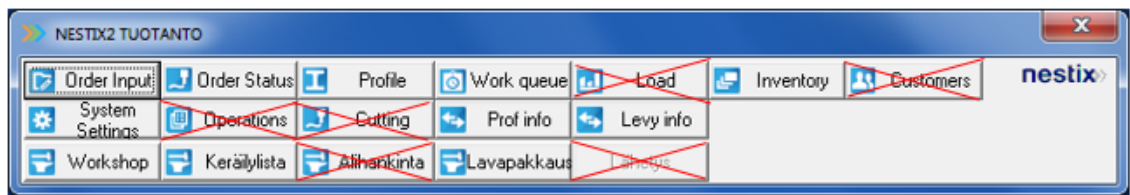
Osavalmistuksen ohjaukseen kohdeyrityksessä käytetään Windows-käyttöliittymällä toimivaa **Nestix**-järjestelmää, josta yrityksen käytössä on Nestix Cutting-ohjelmisto. Nestix-internetsivuilla kerrotaan, että Nestix Cutting toimii itsenäisenä

kappalegeometrioiden piirto-, levyosien sijoittelu- ja NC-ohjelmointiohjelmistona leikkauskoneille. Järjestelmämielessä Nestix on mahdollista laajentaa tuotannonohjausjärjestelmäksi, joka kattaa myös osatuotannon ja kokoonpanon. (www.nestix.fi)

Nestix-järjestelmää käytetään kohdeyrityksessä teräslevyjen (PL) ja profiilitavarana (PR) tilattujen materiaalien virtauksen ohjaukseen. Näiden materiaaliluokkien tuotenimikkeet ostetaan Section-lista-menettelyn mukaisesti. Section-listan kautta tilatuista teräsprofiileista laaditaan profiiliosaluettelo. (QMS-ENG-1100)

MARS ja Nestix-järjestelmien käyttö materiaalien virtauksen ohjaukseen pitää sisällään periaatesopimuksen, että samaa osaluetteloa ei saisi löytyä molemmista järjestelmistä, vaan tietyn tyyppiset materiaalit esimerkiksi varusteluosat ja kiinnikkeet löytyvät vain MARSista ja tietyn tyyppiset materiaalit eli levyt ja profiilit löytyvät vain Nestixistä.

Nestix-järjestelmään luodaan projektitiedosto, jonka alle siirtotiedostolla siirrettävät polttotiedot tallentuvat siistin puurakennehierarkian mukaisesti. Nestix-järjestelmä koostuu erilaisista käyttömoduleista, joista rajattu osa on kohdeyrityksen käytössä. Tämä moduulikokonaisuus tunnetaan kohdeyrityksessä nimellä Nestix2.



Kuva 2. Nestix2-näkymä eri käyttömoduleista. Moduilit, jotka eivät ole kohdeyrityksen käytössä on ylläkirjoitettu.

Käytössä olevat moduulit ovat:

- order input (tietojen vastaanottoikkuna, työn tarkempi jakaminen)
- order status (tietojen katseluikkuna)
- profile (materiaalinimikkeiden poiminta ja osien sijoittelu)
- work queue (materiaalipyynti, työn edellytykset ja työn siirto polttokoneelle)
- inventory (varastotiedot)
- system settings (järjestelmän ylläpitäjän työkalu)
- prof info (käyttöliittymä, josta tarkistetaan tietojen siirron onnistuminen)
- levy info (käyttöliittymä, josta tarkistetaan tietojen siirron onnistuminen)
- workshop (uudempi web-pohjainen moduli)
 - workshop-web (levytyöpiste)
 - workshop-web Profile (profiilityöpiste)
 - workshop-Material (materiaalihakulistojen poiminta)
 - workshop-Palleting (profiiliosien lavotus ja varastointi)
- keräilylista (jälkiseuranta)
- lavapakkaus (vanhempi ei web-pohjainen moduli levyjen lavotukselle)

Order input-moduli avaa näytön, johon nestaja siirtää liittymän kautta levy- ja putkiosien rivitiedot ja sekä suunnittelijalta vastaanottamansa profiilien rivitiedot. Tällä näytöllä tuotannosuunnittelija voi jakaa rivejä pienempiin työkokonaisuuksiin esimerkiksi tilanteessa, että samaa osaa menee eri esivalmistustöihin. Jokaiselle riville kirjataan oma esivalmistekoodi. Rivin määränpäättynus (MP) kertoo seuraavan työvaiheen ja työvaiheketju (TVK) kertoo mille koneelle osa menee polttoon tai katkaisuun. Työvaiheketju on Nestixin sisäinen työnvaiheistus ja sitä kuvataan kertovalla numerosarjalla. Työvaiheketjun numerosarja siirtyy Nestixiin levyosaluettelon mukana.

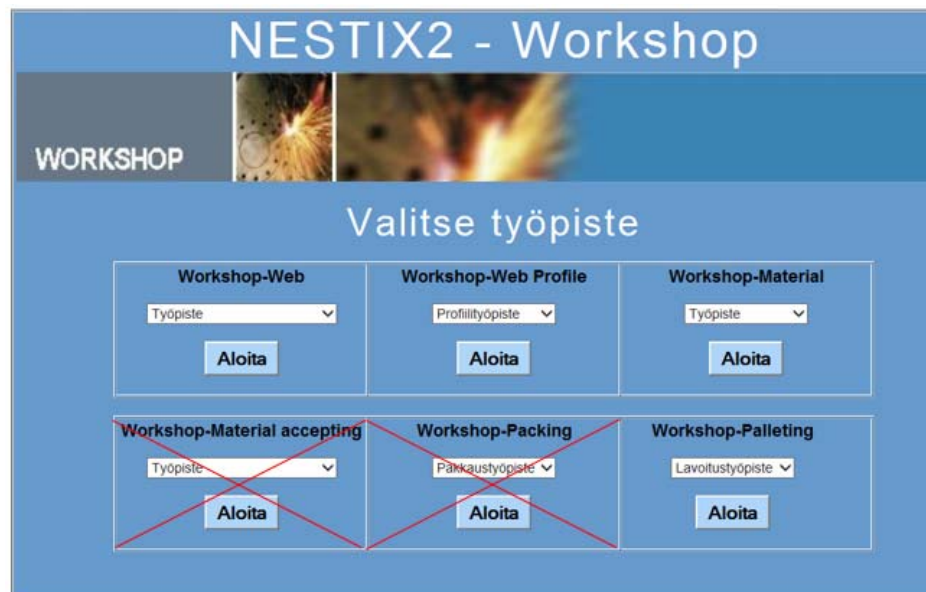
Order status-moduli on katselunäyttö *Order input* -modulin tiedoista. *Order status*-näytöltä voidaan hakea tietoa materiaalin, työpisteiden, työvaiheiden ja tilausten näkökulmasta. Näytöltä voidaan esimerkiksi tarkastella jokaisen levyn tuotantohistoriaa. *Profile* -niminen moduli on näyttö, jossa työsuunnittelija tekee profiiliosien optimoinnin. Tämä tarkoittaa niin sanottua kangelle sijoittelua ja samalla hän kiinnittää kyseiseen sijoitteluun materiaalinimikkeen, jota työssä käytetään. Moduli nimeltään *Work queue* eli työjono on näkymä, jossa työnjohtaja valitsee työnalle otettavat työt työjonosta. Työnjohtaja poimii katkaisulistat, joihin perustuen hän tekee teräsvarastolle materiaalitilauksen. Tilaus toimitetaan varastoon paperiversiona. Tämä materiaalitilaus ei aiheuta MARSiin mitään kirjauksia eikä varastokirjanpidossa vielä mitään vähennyksiä. Teräsvarasto lähettää kyseisen materiaalitilauksen mukaiset levyt esikäsitteilyyn, jonka jälkeen levyt toimitetaan polttolinjalle. Polttaja kirjaa sulatenumeron teräslevystä järjestelmään ja Nestix vertaa levyn tietoja *Inventory*-modulissa oleviin materiaalitietoihin, jotka ovat peräisin Marsista. *Inventory*n materiaalitiedot päivittyvät automaattisesti MARSin ja Nestixin materiaalia koskevien tapahtumien perusteella.

Work queue-näytössä työnjohtaja pystyy uudelleen ohjaamaan työn eri poltto- tai muulle työkoneelle, mikäli aiemmin valitulla koneella on havaittavissa työruuhkaa. Polttokoneelle katkaisulistat ja muut polttotiedot siirtyvät vasta työnjohtajan työjonokäsittelyn jälkeen. Tämä siksi, että polttotiedostojen ei haluta näkyvän polttokoneella liian aikaisin työjonojen selkeyttämiseksi. Materiaalin puute ei ole järjestelmässä este Nestix-tietojen käsittelylle eikä eteenpäin tuotantoon laittamiselle ja näin ollen ohjelmaa käyttävien tahojen tulee aina tarkistaa materiaalin olemassa olo erikseen ennen työn siirtämistä tuotantoon.

Moduli nimeltään *Keräilylista* avaa hyödyllisen näytön, josta materiaaliseurantaa voi tarkistella jatkavan työkorttinumeron (JTK) tai osavalmistuksen tuotantotilausnumeron (OTT) avulla. Tämä moduli listaa kuitenkin vain sellaiset poltto- ja katkaisutyöt, jotka ovat suoritettuna loppuun asti eli lavotukseen saakka. *Kokoonpanon Nestix2-käyttöohjeessa* (WI-FAB-006) kerrotaan, että osat näkyvät keräilylista-modulin tiedoissa vasta, kun välivarasto on suorittanut osien tallennuksen varastopaikalle.

*Kokoonpanon NESTIX2-käyttöohjeessa on esitetty, että kokoonpanovaiheen työnjohtaja laatii työkortin tarpeiden mukaisen keräilylistan Nestixin *Keräilylista*-modulin avulla työvaiheeseen tarvittavista osista. Lista toimitetaan välivaraston hoitajalle, joka kokoaa listalla pyydetty osat toimitettavaksi kokoonpanopaikalle. (WI-FAB-006)*

*Workshop-moduli pitää sisällään useampia näyttöjä, joilla voidaan tarkastella erikseen levy- ja profiilityöpisteiden tilannetta sekä materiaalivastaanottoa. Polttaja kirjaa työn suoritetuksi Workshop-modulin kautta. Polttajan on tärkeää kirjata työ loppuun asti valmiiksi osien jatkoseurantaa ajatellen. Jos työstä jää kirjaamatta lavotus esimerkiksi tilanteessa, jossa poltetut osat siirretään suoraan toiselle työvaiheelle, työ ei ole tällöin Nestix-mielessä täysin valmis. Mikäli työtä ei ole raportoitu valmiiksi asti, osat ovat järjestelmässä sellaisella statuksella, että niitä ei voida hakea seuraavalle työvaiheelle. Workshop-modulin alta löytyy muun muassa näkymä nimeltään *Workshop-Palleting* eli lavotus profiiliosille. Tältä näytöltä voidaan tarkastella profiiliosien lavatietoja. Levyosien lavatietojen tarkasteluun on käytössä vanhempi moduli nimeltään *Lavapakkaus*.*



Kuva 3. Nestix2 Workshop-modulin alta löytyvät käyttöikkunat.

Tuotantotoiminnan ohjaukseen käytetään kahden ohjelman eli MARS- ja Nestix-ohjelmien yhdistelmää. MARS-järjestelmän ja Nestix-järjestelmän välillä liikkuu automaattisesti tietoa materiaaleista seuraavissa tilanteissa. MARSista siirtyy tieto Nestixiin kun Section-lista sulkeutuu eli listalla olevat materiaalit on tilattu, kun materiaali on vastaanotettu varastoon ja kun sertifikaatit on hyväksytty. Nestixin suunnasta lähtee automaattinen tieto MARSiin, kun polttaja suorittaa polton raportoinnin. Tällöin levy kirjautuu MARSiin käytetyksi materiaaliksi ja poistuu MARS-saldoista.

1.3 Käytössä olevat mallinnusohjelmat

Kohdeyrityksessä käytettiin aiemmin mallinnustyökaluina PDMS ja Tribon-ohjelmia. PDMS oli laitossuunnitteluohjelmisto, jota käytettiin esimerkiksi putkiston mallintamisessa. Tribon oli laivansuunnitteluohjelmisto, jolla mallinnettiin runkotyölajin rakenteet. Tällä hetkellä yrityksessä käytetään pääosin **Aveva Marine** 3D mallinnusohjelmaa. Aveva Marinessa yhdistyy laitossuunnitteluohjelmiston ja laivansuunnitteluohjelmiston ominaisuudet. Aveva Marine mallinnusohjelma soveltuu hyvin isoja levykenttiä käsittävien perinteisten konepajätöiden mallintamiseen.

PDMS ja Tribon-ohjelmat korvattiin Aveva Marine-ohjelmalla vuonna 2008, jolloin ohjelma otettiin käyttöön runkotöiden mallintamisessa. Varusteluosien mallintaminen Aveva Marinella on kohdeyrityksessä ollut mahdollista vasta noin vuoden verran. Tämä toiminto tuli mahdolliseksi uudemman ohjelmaversion myötä.

Aveva Marine on tietokantapohjainen ohjelma ja eroaa näin ollen ohjelmista, joissa työskennellään yhdessä tiedostossa. Työkuvasuunnittelu lähtee liikkeelle mallin tekemisestä. Malliin syötetään muun muassa geometriat, ainevahvuudet, elementtityypit, osanumerot, työvarat ja kutistumat. Mallinnetut osat ovat valmiiksi tyypitettyjä ja ohjelmasta on mahdollista ajaa listalle kaikki osat tyyppikohtaisesti. Aveva Marinessa on mahdollista jakaa suunniteltava kokonaisuus osakokoonpanokuviksi ja kokoonpanokuvista on teoriassa mahdollista tulostaa työkuvat automaattisesti. Tämä selvitystyö on meneillään kohdeyrityksessä ja toteutuessaan kyseinen ominaisuus tulee helpottamaan kuvien julkaisua.

Kohdeyrityksessä käytetään Aveva Marine-ohjelmaa myös levyjen nestauksessa eli mallinnettujen osien sijoittelussa levyille ja polttokartan luomisessa. Aveva Marinen hyvä puoli on, että ohjelmassa on suunnitteluosan ja nestin välillä linkki. Aveva Marine-ohjelma tunnistaa levyn paksuuden nestautustyötä tehtäessä ja tarjoaa osapankista poimittavaksi vain nestäajan valitsemalle levyille oikean paksuisia osia. Malli tietää mihin nestiin osat kuuluvat. Esimerkiksi, jos malliin muutetaan ainevahvuuksia tai muita tietoja, nestiä uudelleen avattaessa tulee varoitus, että osan tiedot ovat muuttuneet. Samoin, jos mallista poistetaan jotain, kyseinen osa poistuu myös nestistä.

Avevan internetsivuilla kerrotaan Aveva Marine-ohjelman tehokkuuden perustuvan kappalekeskeiseen (object-centric) tekniikkaan. Sivustolla luetellaan ohjelman avain ominaisuuksia ja hyötyjä. Ohjelmallisina ominaisuuksina Avevan kerrotaan tarjoavan laivanrakennus- ja meriteollisuuden alan insinööriyölle ja suunnittelulle kestävän ympäristön, joka tukee projektin elinkaareen liittyvää työnkulkua. Ohjelman hyötyinä esitellään eri työlajien ja toimialojen samanaikaisen mallin työstämismahdollisuuden. Samanaikainen mallin työstäminen lisää suunnittelun eheyden ylläpitämistä ja mahdollistaa tiedon entistä aikaisemman ja laajemman jakamisen suunnittelijoiden välillä. Hyötyinä esitetään myös työnkulun virtaviivaistuminen ja projektin elinkaaren

parempi hallinta sekä suunnitteluvarantojen helpompi uudelleen käyttö. (www.aveva.com)

Avevan internetsivuilla kerrotaan yksittäisistä ohjelmistoista, jotka ovat integroitavissa keskenään ja joita yhdistämällä voidaan rakentaa toiminnan hallintaan keskittyvä toiminnanohjausohjelmisto nimeltään Aveva ERM (Enterprise Resource Management). Yksittäiset ohjelmistokokonaisuuteen integroitavissa olevat elementit käsittävät aikataulusuunnittelun, materiaalihallinnan, tuotannonohjauksen sekä tuoteluetteloinnin ja työn erittelyn hallinnan. ERM-ohjelmaratkaisussa on ideana, että osia haetaan suoraan Aveva Marine-mallista ja ohjataan tuotannossa eteenpäin. (www.aveva.com)

Toinen pitkään kohdeyrityksessä käytössä ollut 3D mallinnusohjelma on **Autodesk Inventor**. Inventor soveltuu hyvin sellaisten rakenteiden mallintamiseen, joissa on paljon laitteita tai monimuotoisia rakenteita. Tällaisten rakenteiden mallintaminen Inventorilla koetaan jonkin verran nopeampana ja helpompana kuin Aveva Marinella. Inventorin käyttöön kohdeyrityksessä vaikutta, myös suunnittelun lähtötietojen vastaanottomuoto. Joissakin projekteissa lähtöaineisto vastaanotetaan Inventor-mallina, jolloin mallinnustyö jää pois kohdeyrityksen työlaajuudesta.

Inventorilla ja Aveva Marinella tehtävä mallintaminen on teoriassa samanlaista, mutta nestaaminen on Inventor-mallinnuksen tapauksessa huomattavasti työläämpää. Inventorista tallennetaan leikkausnäköjä jokaisesta osasta DXF-muotoiseksi tiedostoksi. Tämä tiedosto toimii lähtöaineistona nestaajalle, joka luo jokaisen osan erikseen Aveva Marine-ohjelman puolelle ennen nestaustyön aloittamista. Jos malliin tulee muutos, työ aloitetaan alusta ajamalla Inventorista uudet DXF-tiedostot ja muuttuneet osat mallinnetaan uudelleen Aveva Marine-ohjelmaan.

1.4 Kohdeyrityksessä vuonna 2014 toteutettu kehitystyö

Yrityksessä aloitettiin vuonna 2014 kehitysohjelma, jonka tarkoituksena oli luoda yritykseen kestävä toimintamalli henkilöstön osaamisen kehittämiseksi. Kehitysohjelma sai nimekseen TOIMIVA ja sen lähtökohtana oli asioiden tekeminen kerralla oikein ja aina ajatuksella. Kohdeyrityksen sisäisessä tiedotuslehtisessä kehitysohjelmaa kuvattiin seuraavasti: ”TOIMIVA-nimi korostaa tekemisen perusajatuksia: Tehdään oikein, fiksusti ja ajallaan!” ja ”Tehdään asiat tänään paremmin, fiksummin ja turvallisemmin kuin eilen” (Kohdeyrityksen sisäinen tiedotuslehtinen No3, 2015. s.18- 19).

TOIMIVA-toimintamallia rakennettiin Lean- ja 5S-toimintaperiaatteiden mukaisesti, mutta kehitystoimien pääasiallisena kohteena ei ollut asiakasarvoa tuottavan toiminnan eli levyn polttoleikkaus- tai hitsaustoimintojen tehostaminen, vaan näiden töiden ympärillä tapahtuvien asioiden parantaminen. Tällaisia asioita olivat esimerkiksi hallin ja työpisteiden siisteys, turhan tekemisen poistaminen, tiedonvälitys ja osastojen välinen yhteistyö. TOIMIVAn tiimoilta yrityksessä järjestettiin kehitysohjelman aikana työpajoja



Kuva 4. TOIMIVA-kehitysohjelman myötä työpisteiden siisteyteen on kohdeyrityksessä kiinnitetty erityistä huomiota. Kuvassa 5S-järjestelmän mukainen tunkkikaappi.

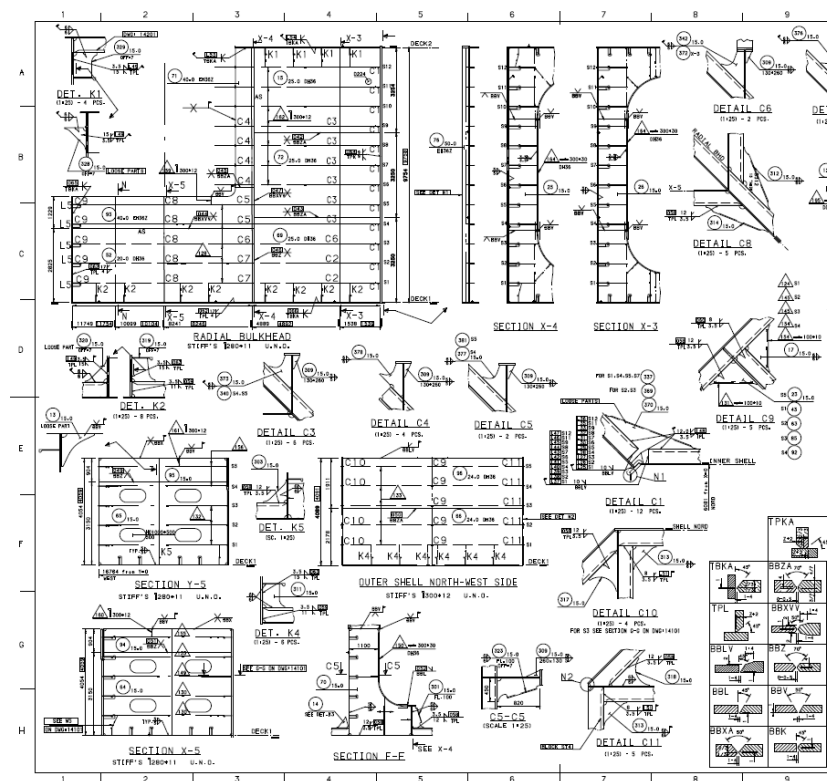
ja kehitystyötä vietiin eteenpäin viiden työryhmän voimin. Työryhmät olivat esivalmis-, rungonvalmistus-, putkistonvalmistus-, loppukokoonpano- ja maalausryhmä. Jokaisessa ryhmässä oli edustajia työnjohdosta, tuotannon työntekijöistä, laadusta, työsuunnittelusta sekä tarpeen mukaan muista toiminnoista, kuten suunnittelusta, aikataulusuunnittelusta, turvallisuus- ja osto-osastolta.

Kehitysohjelman haluttiin alusta asti toteuttavan jatkuvan parantamisen periaatetta ja toimintamalli jatkuu edelleen päivittäisjohtamisen merkeissä joka-aamuisella työnjohtajien palaverilla sekä tuotannon osastokohtaisilla päivittäisjohtamisen tilaisuuksilla niin kutsuttujen Toolbox kokoontumisten yhteydessä. (Kohdeyrityksen sisäinen tiedotuslehtinen No2, 2015. s.4-5; Kohdeyrityksen sisäinen tiedotuslehtinen No3, 2015. s.18-19)

1.5 Kohdeyrityksessä meneillään oleva kehitystyö

Kohdeyrityksessä aloitettiin vuonna 2013 osavalmisteiden seurattavuutta parantava kehitystyö. Kehitystyö lähti liikkeelle työkuvaudistuskokeilulla. Uudistuksen myötä

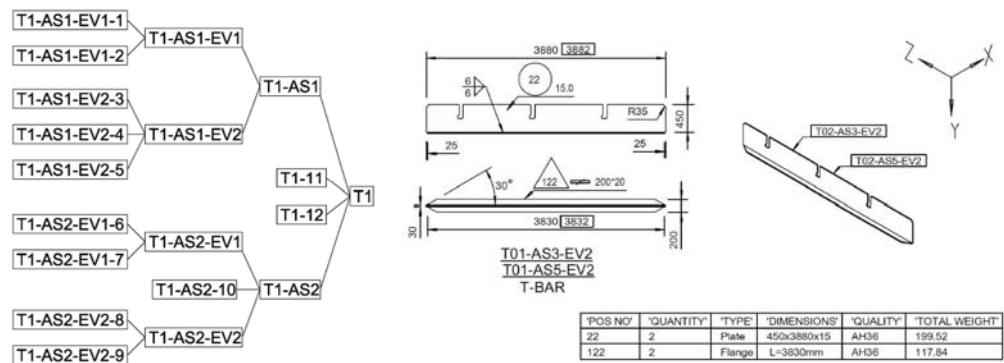
piirustukset suunniteltiin toteutettavaksi työvaihekohtaisesti eli kuvaamaan esivalmisteita, paneli-vaihetta ja lohkokokoonpano-vaihetta. Tämän muutoksen myötä piirustuksissa on tulevaisuudessa tarkoitus esittää vain kyseistä työvaihetta koskeva tieto ja kuvassa näyttää vain kyseistä työvaihetta koskeva osaluettelo. Lisäksi valmistettavat kappaleet on muutoksen myötä tarkoitus kuvata piirustuksissa samassa asennossa, jossa työvaihe tullaan suorittamaan. Aiemmin työkuviissa on esitetty kokonaisia rakenteita niin, että esivalmiste- tai panelilinjain työn valmistelun näkökulmasta kuva on sisältänyt paljon ylimääräistä tietoa ja eri työvaiheiden tekijät ovat joutuneet poimimaan kuvasta tarvitsemansa informaation. Toisena muutoksena on tarkoitus ottaa käyttöön aiempaa tarkempi osanumerointi, joka kertoo yksilöivästi osan kulun tuotantovirrassa. Osanumerointi kertoo mihin esivalmisteseen, osakokoonpanoon ja lohkokoon kyseinen valmistettava osa kuuluu. (Power Point esitys Työkuvaauudistus (kokeilu))



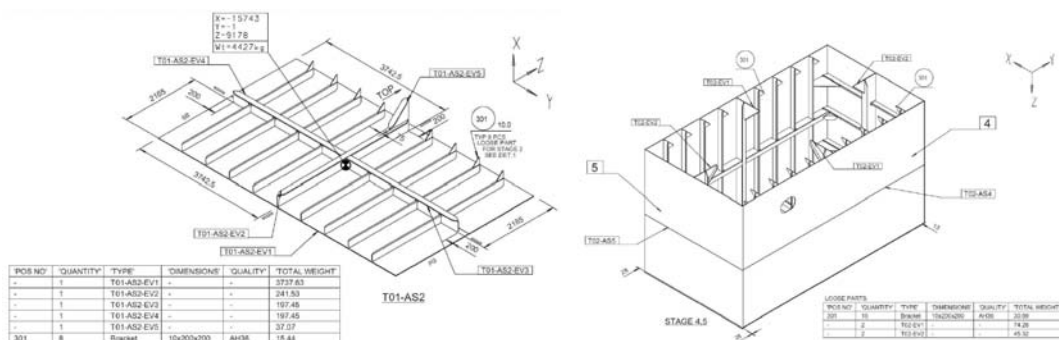
Kuva 5. Esimerkkiotos työkuvausta, joka on toteutettu aiemman suunnittelutoteutustavan mukaisesti.

Ajatus työvaihekohtaisesta kuvasuunnittelusta ei ole uusi, mutta kohdeyrityksessä on aiemmin ajateltu kuvamäärän lisääntyvän niin suureksi, että se työllistää suunnitteluosastoa huomattavasti aiempaa enemmän. AVEVA Marine 3D mallinnusohjelma on tuonut lisää mahdollisuuksia työvaihekohtaisen suunnittelun kehittämiseen. Mallinnusohjelmaan rakennettava tuotteen hierarkia ja ositus mahdollistavat työvaihekohtaisen esitystavan kehittämisen aiempaa helpommin. (AVEVA Marine/Assembly code esittelytilaisuus kohdeyrityksessä 11.8.2016)

Kuva- ja osanumerointiuudistuksen toimivuutta testattiin ensimmäisenä kelluntatankkirakenteen (buoyancy tank) valmistuksen yhteydessä. Tämä rakenne oli riittävän pieni ja yksinkertainen, mutta sisälsi kuitenkin kaikki tarvittavat elementit kokeilua varten. Kokeilun tarkoituksena oli kerätä tietoa kyseisen tuotantoaineiston tekemisestä ja sen vaikutuksista tuotannonsuunnittelun ja valmistuksen tuottavuuteen. Kuvauudistuksella tähdättiin parempaan piirustusten luettavuuteen ja materiaalivirtaa. Samoin oli tarkoitus kehittää tuotantoaineistoa, jotta AVEVA Marine 3D tuotemallin tarjoamia mahdollisuuksia pystyttäisiin hyödyntämään paremmin. Kuvauudistus tähtäsi myös varustelun asentamisen mahdollistamiseen kustannustehokkaammin kuin aiemmin. Uudistuksen myötä kuumavarustelun sellaiset osat, jotka pystyttäisiin asentamaan paikalleen jo esivalmiste- tai kokoonpanovaiheessa esitettiin runkopiirustuksissa, mikä oli parannus aiempaan esitystapaan. Teräsvarusteen osanumerona toimii MARSin esivalmistekoodi. (Power Point esitys Työkuvauudistus (kokeilu))



Kuva 6. Vasemmalla kuvattuna kelluntatankin uudistettu osavalmistenumerohierarkia ja oikealla sen mukaisesti laadittu esivalmistekuvanto.



Kuva 7. Vasemmalla kuvattuna kelluntatankin osavalmisteen kokoonpanokuvanto ja oikealla yksittäisen osalohkon lohkokokoonpanokuvanto.



Kuva 8. Valmis kelluntatankki.

Työvaihekohtaisen suunnitteluaineiston tuottamista on harjoiteltu myös toisen projektin aikana. Tällöin kohdeyritys vastaanotti merenalaisia rakenteita koskevan suunnittelulähtöaineiston Inventor-tiedostoina, joten suunnittelutyö toteutettiin Inventor-mallinnusohjelmalla.

Osaohjauksen tärkeänä kytköksenä Nestix-järjestelmään on osavalmistuksen tuotantotilausnumero (OTT), jolle löytyy oma kenttänsä Nestixissä. Tämä numerosarja ohjaa samaan esivalmistus- tai asennuskokonaisuuteen kuuluvat osat oikealle lavotuslavalle eikä järjestelmässä ole mahdollista pakata kahden eri OTT:n osia samalle lavalle. (QMS-CPL-1002)

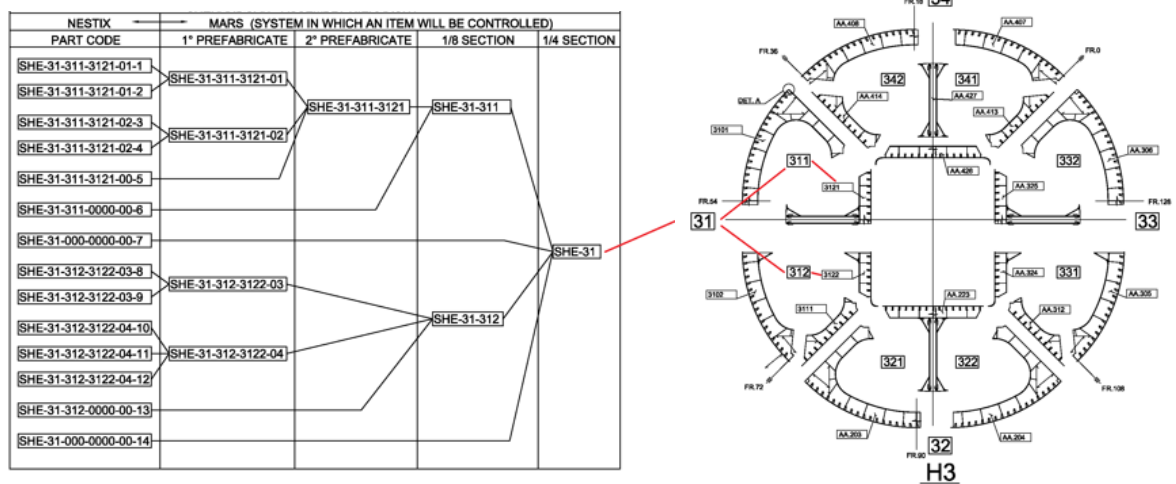
OTT:sta käytetään yleisimmin nimeä osavalmistenumero tai joissakin tilanteissa on käytetty nimeä esivalmistekoodi. Osavalmistenumeron numerokoodaukset tulee tarkentaa valmistettavan tuotteen rakenneosituksen mukaiseksi.

Kehitystyö jatkuu kohdeyrityksessä. Uusi työkuvioiden toteutustapa sekä aiempaa tarkempi osavalmistenumerointi on tarkoitus toteuttaa seuraavassa isossa projektissa AVEVA Marine 3D –mallinnusohjelmaa käyttäen. Kehitystyötä ei ole vielä toteutettu ison projektin mittakaavassa.

Tulevissa projekteissa, jossa mallinnukseen käytetään AVEVA Marine-ohjelmaa, esivalmistamista ja osakoontia edellyttävät rakenteet määritellään 3D-mallissa. Osavalmistekoodit merkitään polttotiedostoihin ja katkaisulistoihin suunnitteluosaston toimesta. Osien polton jälkeen osavalmistekoodi kirjoitetaan tuotannon toimesta poltettuihin teräspaloihin, jotka niputetaan koodien mukaan niin, että ne ovat samaa pakettia ja samaan esivalmistetyövaiheeseen tarvittavat osat kasataan samoille lavoille. Esivalmistetun osavalmisteen tarkastus-, hyväksyntä-, ja korjausprosessi toteutuu uuden järjestelmän mukaan varhaisemmassa vaiheessa kuin aiemmin. Tavoitteena on, että laatutarkastukset suoritetaan jo esivalmistevaiheissa. Tämä vähentää korjaustyötä myöhemmissä valmistusvaiheissa, kun virheet löydetään ja korjataan ennen osan lähettämistä eteenpäin. Kun tuote on tarkastettu ja hyväksytty, osavalmiste kuljetetaan varastoon ja sen vastaanottotiedot lisätään varastojärjestelmään. Varastojärjestelmään

kirjataan esivalmisteet kaikilla kokoonpanohierarkian tasoilla kuten kuvan 9 rakenteen osalta, jossa hierarkiantasot ovat *ensimmäisen asteen esivalmiste*, *toisen asteen esivalmiste*, *kahdeksasosaesivalmiste* ja *neljäsosaesivalmiste*. Osavalmisteiden paikantaminen ja seuranta edellyttävät kunkin osan kirjaamista varastojärjestelmään. (RR-6027-MS-C143-00002)

Osavalmistekoodaus lähtee liikkeelle ensimmäisen asteen esivalmisteista, joten pienemmillekin osille on oma koodinsa ja näin ollen hukkaan menevien osien määrää pystytään pienentämään. Osat eivät välttämättä valmistu täysin valmiiksi esivalmistusvaiheessa. Tällöin otetaan käyttöön lista jäljellä olevista töistä kussakin rakenteessa. Jäljellä olevan työn seuranta käynnistyy ensimmäisen asteen esivalmistetyöstä alkaen ja tavoitteena on saada töitä pois listalta mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tarkempi keskittyminen esivalmiste- ja osavalmistustyöhön mahdollistaa varusteiden asentamisen runkoon mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Tämä helpottaa osien asennustyötä ja vähentää asennustyöhön kuluja suorita- ja epäsuoriatyötunteja sekä muita kustannuksia. (RR-6027-MS-C143-00002)



Kuva 9. Valmistettavan tuotteen kokoonpanohierarkiakaavio ja tuotteen poikkileikkauskuva, jossa on kuvattuna osavalmistejako.

Osavalmistekoodauksen kehittäminen tähtää parempaan osien materiaalivirtauksen hallittavuuteen. Varhaisessa vaiheessa suoritettavat tarkastukset ja korjaukset parantavat tuotteen valmiusastetta samoin kuin varhainen varustelun asennus. Osavalmisteiden määrän lisäämisen tarkoituksena on parantaa reagointia muutostilanteissa. Kun rakenteeseen tulee muutos, vain muutosta koskevien esivalmisteiden työt pysäytetään ja muut esivalmistetyöt voivat edetä suunnitelman mukaisesti. (RR-6027-MS-C143-00002)

1.6 Aiheen rajausta, näkökulma ja tutkimuksen tausta

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan kohdeyrityksen aiempaa tuotannonohjausprosessia ja meneillään olevaa kehitystyötä, jonka tavoitteena on ennakoivampi ote tuotannonohjausprosessin läpivientiin. Tutkittavan **aiheen rajausta** on kohdennettu koskemaan valmistusta edeltäviä rajapintoja sekä valmistustoiminnan sisäisiin virtauksiin olennaisesti liittyviä rajapintoja. Valmistusta edeltävät rajapintaprosessit ovat: tuotteen suunnittelu, ostotoiminnot, tuotannonsuunnittelu, varastotoiminnot ja projektitiimin ohjaustoiminnot.

Tässä työssä keskitytään siihen, miten *suunnittelu*, *tuotannonsuunnittelu*, *varastotoiminnot* ja *tuotanto* kukin osaltaan vaikuttavat virtausten kitkattomuuteen valmistusprosessin eri vaiheiden välillä. Tutkimuksen painopiste on asetettu työvaiheen joustavaan ja tehokkaaseen käynnistämiseen sekä valmistustyön etenemiseen ilman viiveitä, joita tilanteiden ennakkoinnin puute saa aikaan.

Tutkimuksen teoreettiseksi viitekehykseksi eli aiheen **tarkastelunäkökulmaksi** on valittu projektinohjauksen näkökulma. Tutkimusaineiston kerääminen on suoritettu vahvasti työn tekemisen näkökulmasta, sillä suurin osa empiirisen tutkimuksen aineistosta perustuu työntekijöiltä ja toimihenkilöiltä kerättyyn kokemukseräiseen tietoon. Projektinohjauksen näkökulman tavoitteena on nostaa tutkimusaineistosta ja tuloksista esille toimintaa vahvistavia tekijöitä, joiden avulla pystytään konkreettisesti vaikuttamaan prosessissa työn kulkuun. Samoin tavoitteena on tarkastella työnkulun vaiheita, joista on tavoitteena nostaa esiin prosessin kehitystä jarruttavia rutiineja. Projektinohjausprosessin kehitys tähtää toimintojen yhdenmukaistamiseen ja organisointiin niin, että kaikki osapuolet saavat palvelua ja järjestävät palvelua ennalta suunnitellun mukaisesti.

Tutkimusaiheen valinta perustuu yrityksessä tiedostettuun tyytymättömyyteen osastojen rajapinnat ylittävien toimintojen nykytilaan. Yrityksen osastokohtaiset prosessit on hyvin mallinnettu ja niistä on laadittu prosessikaaviot, sanalliset kuvaukset ja tehtävälistat, mutta osastojen rajapinnat ylittävän toiminnan ongelmakohdat kaipaavat kartoitusta. Yrityksessä on tunnistettu myös olemassa olevien tuotannonohjaus-toimintamallien kehitystarve, jotta asioita pystytään ennakoimaan paremmin ja turhaa materiaalien liikuttelua, materiaalien hukkaamista sekä odotusaikaa pystytään minimoimaan. Joustava tuotannonohjausprosessi mahdollistaa töiden tehokkaan uudelleen järjestelyn tilanteessa, jossa suunnitelman mukaisen työn aloittamisen edellytykset eivät ole ajan tasalla. Mahdollisiksi työn aloittamisen esteiksi kohdeyrityksessä tunnistetaan erilaiset materiaali-, työkuva- ja työohjepuutteet sekä tila-, laite- ja henkilöresurssirajoitteet. Ennakoinnin hidasteeksi yrityksessä nähdään puutteellinen tai rajallinen informaation kulku tuotantoa edeltävien prosessien rajapinnoissa.

Tuotannonohjausmielessä asioiden kulun on todettu olevan tällä hetkellä väärän suuntainen työn alkamisen tai etenemisen estymistä selviteltäessä. Ennakoivan tuotannonohjausprosessin mahdollistamiseksi työvaiheiden alkamista lykkäävät tekijät tulee pystyä selvittämään edeltä käsin. Tieto puutteista ja esteistä tulee kommunikoida kaikkien toimijoiden tietoon ennakoivasti. Ennakoiva ote tuotannonohjauksessa on tavoite. Tällä hetkellä prosessi etenee enemmänkin todennettuihin puutteisiin ja esteisiin reagoivasti.

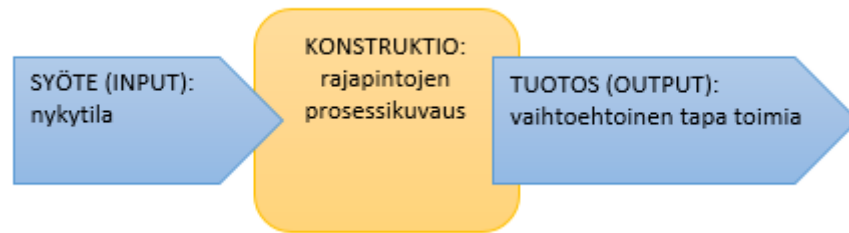
Tutkimusaihetta valittaessa todettiin, että tutkimuksessa tulee huomioida jatkuvaa kehitystä tukevia periaatteita, joita kohdeyrityksessä on hyödynnetty tai otettu käyttöön. Tällaisia johtamistapaan vaikuttavia ajatusmalleja ovat muun muassa: Lean, Six Sigma ja 5S.

Tutkimuksen teoriaosuus pohjautuu pääosin teollista tuotantoa käsittelevään lähdekirjallisuuteen ja lehtiartikkeleihin. Valitut aihekokonaisuudet ovat auttaneet jäsentämään tutkimusongelmaa pienempiin osiin. Teorian informatiivinen sisältö on tarkentunut tutkimuksen edetessä ja aiemmin tutkittua tietoa on hyödynnetty tämän työn tutkimusaineiston tarkastelussa ja tulkitsemisessa. Tutkimusongelmaan on pyritty löytämään päätelmät teoriaa soveltamalla.

1.7 Tutkimusmenetelmä ja tutkimusote

Tämä tutkimus on suoritettu tapaustutkimusluonteisesti (case study). Menetelmänä tapaustutkimus keskittyy rajatun ilmiön kuvailuun ja uusien havaintojen tekemiseen sekä johtopäätösten luomiseen ja tulosten esittämiseen. Tutkimuksen kohteena olevasta yrityksestä käytetään tässä työssä ilmaisua kohdeyritys. Tutkimusaineisto on kerätty haastattelemalla tuotannossa ja sen rajapinnoissa työskenteleviä henkilöitä. Haastattelua voidaan pitää asiantuntijahaastatteluna, sillä aineiston keruussa mielenkiinto on kohdistunut haastateltavien henkilöiden kuvaukseen oman tai oman osaston työnkulusta ja työskentelyprosessiin vaikuttavista rutiineista. Haastattelujen tarkoituksena on ollut kerätä nykytilaa kuvaava kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimusaineisto ja tarkastella tutkimusongelmaa empiiriseltä pohjalta.

Tutkimusotteena on käytetty konstruktivistista tutkimusotetta ja tutkittavaa asiaa on tarkasteltu laadullisen tutkimusaineiston valossa. Konstrukttiivinen tutkimusote keskittyy uuden konstruktion kehittämiseen ja havaitun ongelman ratkaisemiseen. Prosessissa toimivien henkilöiden ja tutkimuksen suorittajan yhteistyön tuloksena konstruktion lähtökohdaksi tai syötteeksi on määritelty prosessin *nykytila*, konstruktio on *rajapintojen prosessikuvaus* ja tuotos on *vaihtoehtoinen tapa toimia*.



Kuva 10. Syöte – konstruktio – tuotos -havainnekuva.

Tutkimuksen analyysiosassa on hyödynnetty induktiivisen päättelyn logiikkaa eli yksityisestä yleiseen päättelevää logiikkaa. Tutkimuksen tuloksena on nostettu esiin kokemukseräiseen tietoon ja kirjallisuuteen nojaten eri prosessien rajapinnat ylittävää toimintaa koskevia tärkeitä piirteitä, joiden toteutuminen mahdollistaa työn suorittamisen joustavasti ja hallittavasti. Yksityisestä yleiseen päättelevä logiikka on tässä työssä ymmärretty niin, että henkilöhaastatteluissa ilmeneviä asioita ja kerättyä tietoa voidaan käsitellä yleispätevinä käytössä olevina toimintamalleina kohdeyrityksessä. Henkilöhaastatteluissa on kuultu yksittäisten henkilöiden kokemukseen perustuvia tulkintoja työnkulusta ja prosessien toimivuudesta. Haastatellut henkilöt on valittu eri henkilöstöryhmistä kuten varastotoimihenkilö, nestaaaja, suunnittelun vastuuhenkilö, tuotannon suunnittelija, projekti-insinööri, työnjohtaja, järjestelymies, tuotantopäällikkö, Nestix-ohjelmistoasiantuntija, MARS-pääkäyttaja ja Aveva Marine-ohjelmistoasiantuntija.

1.8 Tutkimusongelma, tutkimuskysymykset ja työn tavoitteet

Tutkimusongelma liittyy organisaation virtauksiin ja tarkemmin rajattuna informaation ja materiaalien tarkoituksenmukaiseen liikkumiseen tuotannon ja sen rajapintaprosessien välillä. Tutkimusongelmaa voidaan kuvata rajapintaongelmaksi, jolle tämän tutkimuksen puitteissa on määritetty tutkimuskysymykset. Tutkimuksen tuloksena pyritään kysymyksille löytämään käytännönläheisiä vastauksia.

Tutkimuksen pääongelma muodostaa **päättutkimuskysymyksen**: *Miten kohdeyrityksen tuotannonohjauksen nykyprosessi toimii ja miten prosessin kulkua halutaan kehittää projektinohjauksen näkökulmasta katsottuna?*

Tutkimuksessa pyritään nostamaan esiin prosessissa ilmeneviä kehitystä hidastavia rutiineja, joihin puuttumalla tuotannonohjausjärjestelmän toimivuutta voidaan tehostaa. Tuotannonohjausprosessin saumaton toiminta perustuu siihen, että kaikki prosessin toimijat tietävät *mitä* tehdään, *miten* tehdään ja *milloin* tehdään. Yhtä tärkeää toiminnan mahdollistamiseksi on, että kaikki tekemisen edellytykset, ovat käytettävissä oikea-aikaisesti.

Toinen tutkimuskysymys on: *Millaiset asiakokonaisuudet nousevat nykytilan toiminnasta esiin, joihin puuttumalla tuotannonohjausjärjestelmää voidaan kehittää ennakoivampaan suuntaan ja millaisia riskejä nykytilan prosessin virtauksiin liittyy projektinohjauksen näkökulmasta katsottuna?*

Tutkimustyössä uutta tietoa etsittäessä on tärkeää lähteä liikkeelle olemassa olevasta tiedosta, eli siitä mitä jo tiedetään. Tutkimustyön vaatimuksena on määritellä ensin nykytila, jonka varaan jatkotyö voidaan rakentaa. (Karlöf et al. 2003, s.65)

Tämän **työn tavoitteena** on määritellä ensin tutkittavan prosessin *nykytila*. Seuraavana tavoitteena on selvittää mikä on projektinohjauksen näkökulmasta *tahtotila*. Tämä tapaustutkimus tähtää konstruktion eli rajapintojen prosessikuvauksen esittämiseen. Viimeisimpänä tavoitteena on määritellä *vaihtoehtoinen tapa toimia*. Tutkimustulokset esitellään kappaleessa 4 ja tavoitteisiin perustuva ja koottuun aineistoon pohjautuva kokonaisuus esitellään yhteenvetona ja päätelminä kappaleessa 5.

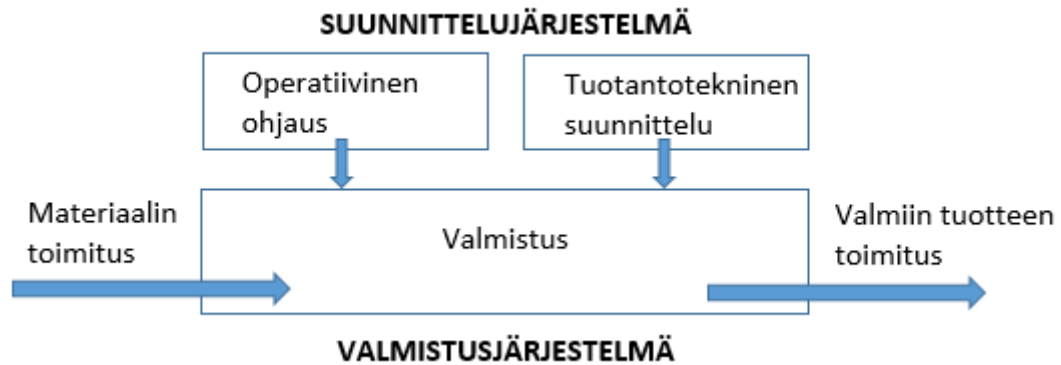
2. TUOTANNONOHJAUS PROSESSINA

Tuotannonohjausjärjestelmän tehtävänä on tuottaa informaatiota tehokkaan materiaalivirtauksen, tehokkaan henkilöstön ja laitteiden hyödyntämisen, päätöksen teon sekä yrityksen sisäisten toimien ja ulkoisten toimittajien toimintojen yhteen sovittamisen tueksi. Tuotannonohjausjärjestelmä pitää sisällään tuotantoprosessin suunnittelu- ja ohjaustoiminnot kattaen prosessiin liittyvät ihmiset, laitteet, materiaalit ja toimittajat. (Vollmann et al. 1997, ss. 1-2)

Vollmann et al. luettelevat (1997, s. 2) tyypillisiä ohjaustoimintoja, joita tuotannonohjausjärjestelmän avulla voidaan tukea:

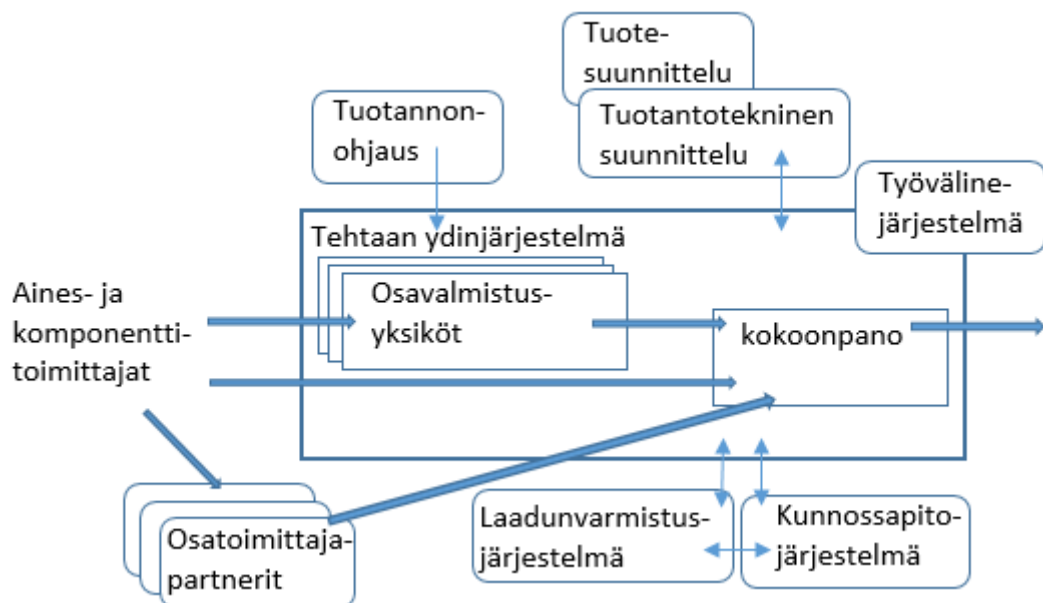
- kapasiteettivaatimusten ja -saatavuuden suunnittelu
- materiaalitarpeen ajallinen ja määrällinen suunnittelu tuotannon tarpeen mukaan
- asianmukaisten laitteistojen ja investointihyödykkeiden käytettävyyden varmistaminen
- materiaalien ja osavalmisteiden varaston ylläpito sopivasti sijoitettuna
- tuotantotehtävien aikataulutus niin, että työntekijät ja laitteet ovat kiinnitettyinä tekemään oikeita asioita
- materiaalien, laitteiden, työntekijöiden ja muiden resurssien jäljitettävyyden toteutuminen
- kommunikoinnin ylläpitäminen asiakkaan ja toimittajien suuntaan
- asiakkaan vaatimusten täyttäminen muuttuvassakin ympäristössä, jossa ennakointi voi olla vaikeaa
- odottamattomissa ongelmatilanteissa reagoiminen
- tuotantoprosessissa tuotannollisiin tai taloudellisiin asioihin liittyvän informaation välittäminen

Tuotantojärjestelmän peruseriaate kiteytyy kahteen toimintoon, jotka ovat: *suunnittelujärjestelmä* ja *valmistusjärjestelmä*. Tuotantojärjestelmä käynnistyy materiaalin vastaanottamisesta ja sen tehtävänä on ohjata materiaalivirta valmistusprosessin läpi. Virtauksen aikana materiaalista jalostuu tuote, jonka arvo lisääntyy valmistusjärjestelmässä jalostusarvon verran. Valmistuksen valmiudet luodaan *tuotantoteknisellä suunnittelulla*. *Operatiivinen ohjaus* antaa sysäyksen materiaalihankintojen ja valmistuksen ajoituksiin sekä tuotannon käynnistymiseen. (Lapinleimu et al. 1997, ss. 15, 19)



Kuva 11. Perustuotantojärjestelmä kuvattuna Lapinleimu et al. mukaillen (1997, s. 15).

Tuotteen *osavalmistus* ja *kokoonpano* muodostavat yhdessä valmistuksen ydinjärjestelmän. Ydinjärjestelmän vahva toiminta tarvitsee kuitenkin tuekseen suunnittelu- ja tukijärjestelmiä. *Materiaalin siirto- ja varastointijärjestelmä* kytkee ydinjärjestelmän yksiköiden toimet ketjuksi, mutta koska sisäisen logistiikan avulla tuote ei jalostu, sen osuus tulee minimoida. *Laaduntuottokyvyn ylläpito, laadunvarmistus* ja *kunnossapito* ovat osa ylläpitojärjestelmää. Erilaiset toiminnot ja järjestelmät integroidaan tehokkaasti toisiinsa tuotannon tietojärjestelmien avulla. (Lapinleimu et al. 1997, ss. 19)



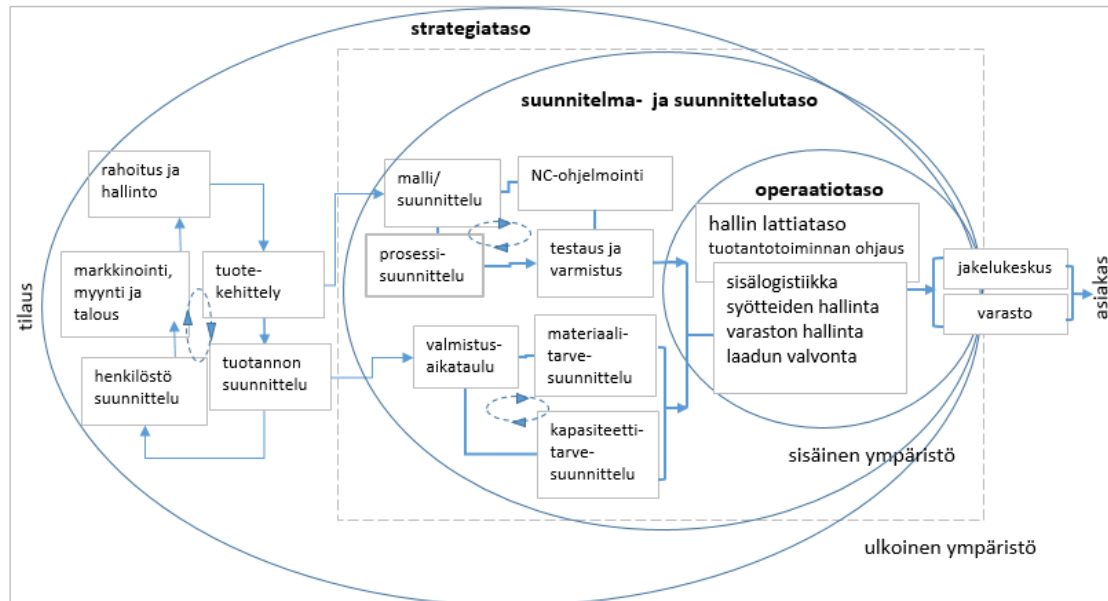
Kuva 12. Tuotantojärjestelmän osat Lapinleimu et al. mukaillen (1997, s. 19).

Valmistusprosessissa työnkulku etenee peräkkäisten työvaiheiden mukaisesti. Työnkulun suunnittelu edellyttää tehtävien vaiheistusta. Työvaihe on sellainen työkokonaisuus, joka voidaan tehdä yhtäjaksoisesti, saman henkilöstön tekemänä, yhdellä työpaikalla. (Lapinleimu et al. 1997, ss. 47-48)

Tuotannon ohjaus ei välttämättä ole organisaation yksikkö vaan ennemmin toiminto. Operatiivisen ohjauksen tavoitteena on laatia realistinen tuotantosuunnitelma, joka tulee saattaa kaikkien toimijoiden tietoon. Tuotantosuunnitelmaan perustuen selvitetään oman valmistuksen kuormitus ja kartoitetaan osatoimittajapartnerien toimituskyky. (Lapinleimu et al. 1997, ss. 191-192)

Berkunin (2006, ss. 28- 30) mukaan aikataululla on kolme tehtävää. Ensimmäiseksi aikataulu on sopimus, johon asianosaiset sitoutuvat ja joka vahvistaa asioiden suunnitellut toteutumisajankohdat. Toiseksi aikataulu kokoaa tehtävät kokonaisuudeksi ja tämän tarkoituksena on kannustaa asianosaisia tahoja näkemään oma ponnistelunsa osana suurempaa kokonaisuutta. Julkaistulla suunnitelmalla on psykologinen merkitys sillä projektiaikataulut ovat tärkeitä pakottavia tekijöitä ja tietynlaisen paineen luoja projektissa. Kolmanneksi aikataulun on tarkoitus olla projektissa työskenteleville työkalu, jonka avulla projektikokonaisuus on palasteltu pienempiin helpommin hallittaviin osiin.

Cheng ja Simmons (1994) esittävät, että tuotannonohjaussysteemi voidaan jakaa kolmeen eri käsitetasoon. Sisimpänä tasona on operaatiotaso (operations level), joka kattaa hallin lattiatason työt ja siihen liittyvät päivittäiset toimet. Tämä taso keskittyy lyhyen aikavälin yksityiskohtaisiin suunnitelmiin tuotannon ohjauksessa. Cheng ja Simmons painottavat, että operaatiotasolla päätöksenteon tulee olla nopeaa ja täsmällistä, jotta odottamattomat häiriöt lattiatason työssä, eivät vaaranna ylemmätason aikataulua. Operaatiotaso tukeutuu seuraavaan tasoon, joka on suunnitelma- ja suunnittelutaso (planning and design level). Suunnitelma- ja suunnittelutaso kattaa muun muassa kuvasuunnittelun, toteutustapasuunnittelun, aikataulusuunnittelun, kapasiteetti- ja materiaalityösuunnittelun. Tällä tasolla päätöksentekomenettelyn tulee Chengin ja Simonsin mukaan olla joustavaa ja kestävä, sillä kyseinen taso on suoraan kosketuksissa sekä strategia- että operaatiotasoon. Suunnitelma- ja suunnittelutasolla jokainen tehtävä toimii jollakin tavalla tuotantoa valmistelevana toimintona. Laajin taso, johon molemmat edellä mainitut tasot tukeutuvat on strategiataso. Strategiatasolla katsotaan pidemmän tähtäimen näkökulmasta esimerkiksi karkeantason suunnittelua, tuotekehitystä ja tuotantojärjestelmien kehityslinjauksia. Tuotantostrategia ja yritystason päämäärät asetetaan tällä tasolla. Strategisella tasolla tehdään ratkaisevia päätöksiä, joiden loppuun lyömistä tulee punnita huolella, sillä strategioilla määritetään pitkälti järjestelmien joustavuus tai joustamattomuus. Vollman et al. (1997) ja Bilberg & Alting (1991) esittävät samankaltaista tuotannonohjaussysteemin jakamista. Vollman et al. käyttävät tasoille nimiä etupää (front end), moottori (engine) ja takapää (back end) ja Bilberg & Alting käyttävät nimityksiä strateginen (strategic), taktinen (tactical) ja operatiivinen (operational). (Cheng & Simmons. 1994, ss. 5-6)



Kuva 13. Tuotannonohjausjärjestelmän rakenne Chengiä ja Simmonsia (1994) mukaillen.

2.1 Toiminnan, ohjauksen ja johtamisen haasteita

Krajewski ja Ritzman (2005, s. 21) arvioivat esimiesten liian usein mahdollistavan keinotekoisien esteiden syntymisen yrityksessä osastojen ja eri toiminnallisten alueiden välille. Tilanteissa, joissa toiminnot ja työvaiheet seuraavat toisiaan, osastojen väliset raja-aidat hidastavat ja huonontavat päätöksentekoa. Toimintaa koskevat ratkaisut tehdään usein oman rajallisen näkökannan perusteella, eikä laaja-alaisesti koko yritystä koskevan tarkastelun perusteella. Vaihtoehtoisena menettelytapana Krajewski ja Ritzman nostavat esiin toisenlaisen lähestymistavan, jota on menestyksekkäästi kokeiltu useassa heidän tarkastelemassaan yrityksessä. Tässä uudessa toimintamallissa peräkkäin tapahtuva päätöksenteko on korvattu osastorajat ylittävällä toimintojen koordinoinnilla ja madalletulla organisaatorakenteella. Osastojen rajat ylittävä toiminta toteutetaan parhaiten eri toiminnallisten alueiden työntekijöistä koottujen työryhmien avulla. Myös Lapinleimu et al. (1997, s. 278) toteavat, että ryhmässä työskentelyyn tarvitaan erityyppisiä taitoja ja että yrityksessä on kyettävä työskentelemään yli osastojen rajojen. Niin pitää myös saada tehdä.

Laamanen & Tinnilä (2009, s. 6) esittävät, että johtamishaasteeseen tarvitaan uudenlaista lähestymistapaa. Kun organisaation toiminta ymmärretään arvoa luovana prosessien verkkona, pystytään ihmisten luovaa potentiaalia hyödyntämään ja toiminnan tehokkuutta kehittämään paremmin. Yleisesti on nähtävissä ajattelutavan muuttumista prosessijohtamisen keinoissa. Nykyään yritysten toiminnan logiikkaa pyritään mallintamaan organisaatorajat ylittävinä tapahtumaketjuina eli prosesseina. Työnjako ja kehittäminen eivät painotu enää vain tehtäviin organisaatioyksiköiden sisällä.

Osastokohtainen tai henkilökohtainen osaoptimointi on omiaan hankaloittamaan tai estämään arvonluontia, jota tapahtumien ketjussa eli prosessissa pitäisi syntyä. Ritvanen et al. (2011, s. 50) toteavat, että: ”Prosessiajattelussa päämääränä on toiminnan kokonaisvaltainen kehittäminen osaoptimoinnin sijaan”. Laamasen & Tinnilän mukaan yrityksissä esiintyvät funktionaalisen toiminnan ongelmat eivät korjaannu organisoinnilla, sillä ne ovat rakenteellisia ongelmia. Toimintoja mallintamalla pystytään näkemään paremmin mitkä toiminnot ovat kriittisiä arvonluonnin näkökulmasta. Toimintojen mallintaminen auttaa ihmisiä ymmärtämään oman roolinsa arvonluontiketjussa ja sillä on vaikutusta yksilöihmisen motivaatioon, sekä läpi organisaation ulottuvaan yhteistyöhön. (Laamanen & Tinnilä. 2009, ss. 6-7, 10-11)

Steele (1989, s. 321) nostaa kirjassaan *Managing technology* esille suunnittelu- ja tuotantohenkilöstön välisen kanssakäymisen tärkeyden. Hän toteaa aistivansa ongelmia havaitessaan kanssakäymisen puutetta. Tällaisia tilanteita ilmenee yrityksissä, joissa suunnitteluinsinöörit vierailevat harvoin tuotantohallissa ja vastaavasti tuotannonväki käy harvoin suunnitteluväen kanssa samoissa palaverissa. Murto (2001, s. 34) toteaa prosessikeskeisessä toiminnassa arkipäivän asioiden läpikäymisen ja tutkimisen vaativan säännöllisesti organisoituja kokouksia ja palaveria, joissa työyhteisö kokoontuu pohtimaan työtä yhdessä. Steele pitää tärkeänä suunnittelu- ja tuotantohenkilöstön yhteisiä koulutusohjelmia sekä toimenkuvakierron liittämistä osaksi urakehitystä (Steele. 1989, s. 321).

Horisontaalisten organisaatioryhmien yhteistyö lisää *kokonaisuuden tajuaamista* ja *osallistumista*. Lapinleimu et al. väittävät, että ilman näiden kahden asian kokemusta, motivaatio jää syntymättä. Sosiaalinen energia, jota kutsutaan yrityskulttuuriksi, saa organisaatiossa aikaan yhteistoimintaa. Käytännössä yhteistoiminta edellyttää aktiivista omatoimista otetta, mutta tuloksekasta se voi olla ainoastaan organisaatiossa, jossa ollaan halukkaita oppimaan uutta. Motivoituneelle henkilöstölle tavoitetasoa voidaan nostaa korkealle, kunhan se on edelleen realistinen. (Lapinleimu et al. 1997, ss. 276 -277)

Karlöf et al. esittävät, että paras tapa motivoida ihmisiä näkemään vaivaa ja oppimaan uutta on tavoitetason nostaminen. Tällaisessa tilanteessa ihmiset tekevät työtä sekä oman, että yrityksen suoriutumisen parantamiseksi. Työnteon organisointiin vaikuttaa paljon työryhmän välillä vallitseva vuorovaikutus: pyrkiikö joku kaihtamaan vastuuta vai puhaltavatko kaikki yhteen hiileen. Tuotteen valmiiksi saattamiseen tarvitaan välttämättä monenlaisia työryhmiä ja työntekijöitä, sillä kukaan ei yksin tiedä kaikkea, eikä kukaan pysty yksin suorittamaan kaikkia tarvittavia työvaiheita. Jos joku kokee vastaavansa suuremmasta osasta työpanosta toisten toimeentulon takia, hänenkään työnsä ei välttämättä tule suoritettua täydellä panoksella. Toisin on, jos kaikki työskentelevät täysipainoisesti, silloin yksittäistenkin henkilöiden on vaikeampi olla antamatta tehokkaasti omaa panostaan. (Karlöf et al. 2003, ss. 40, 81)

Lapinleimu et al. listaavat tärkeitä yhteistoiminnan tekijöitä (1997, s. 276):

- informaatio
- kommunikaatio
- motivaatio
- osallistuminen

Projektitoiminnassa viestinnän hallitseminen koostuu neljästä prosessimaisesta osaluokasta, jotka ovat *viestinnän suunnittelu*, *tiedon jakaminen*, *suorituskyvyn raportointi* ja projektin *päätös raportointi*. Suunnitteluvaiheen painopisteenä on suorittaa tarveanalyysi eli kuka tarvitsee tietoa, mitä tietoa hän tarvitsee, kuinka usein ja millaisessa muodossa tieto tulee toimittaa. Tiedon jakaminen toteutetaan tarveanalyysin pohjalta laaditun suunnitelman mukaan. Suorituskyvyn raportointi perustuu projektin aikana kerättyyn toteutumatietoon. Tilanne-, edistymä- ja ennusteraportointi ovat tyypillisiä tuotoksia suorituskykyä analysoidessa ja raportoidessa. Projektin päättyttyä laaditaan loppuraportti, kirjataan ylös lessons learned eli asiat, joista tulee ottaa opiksi sekä projektin lopputuloksen dokumentointi ja arkistointi. (Wysocki. 2004, ss. 54 -57)

Tuotannonohjauksen ongelmat tai tiedon huono välittyminen vaiheelta toiselle voivat lisätä tarvetta tuotannon tietojärjestelmien hankintaan tai uusimiseen. Esimerkiksi materiaalihallintaa voidaan tehostaa tietojärjestelmien ja tekniikoiden, kuten esimerkiksi RFID:n avulla. Tehokas tekniikan ja tietojärjestelmien hyödyntäminen mahdollistuu vasta, kun prosessit ja toimintamallit ovat selkeät. Jos yrityksessä on esimerkiksi ongelmana materiaalien hukkuminen tuotantoympäristöön, lähtökohtana on ensin selkeyttää asiaan liittyvät prosessit kuten materiaalin käsittely, varastointi ja merkinnät, vasta sitten materiaalien hallintaa voidaan edesauttaa tekniikan ja tietojärjestelmien avulla. (Vilpola et al. 2008, ss. 15 -16)

Ilkka Kouri painottaa Teknologiateollisuus ry:n julkaisemassa LEAN taskukirjassa, että työmenetelmät ja -tavat pitää olla vakiintuneita, jotta niitä voidaan kehittää. Lopputulokseen vaikuttavien tekijöiden määrittäminen on hankalaa, mikäli kaikki työskentelevät eri tavalla. Työn toteutustavan vaikutukset niin turvallisuuteen, laatuun kuin tuottavuuteen voidaan selvittää vasta, kun toimintatavat ovat samanlaiset. Selkeät, yksinkertaiset ja havainnolliset työohjeet ovat olennaisessa osassa työn vakiinnuttamisessa. Työohjeiden tarkoitus on selventää käytettäviä työskentelytapoja ja määrittellä työn eri vaiheet sekä avain- ja ongelmakohtien toteutus. Työn kehittämisen näkökulmasta työntekijöiden oma-aloitteisuus on tärkeää ja työntekijöitä tulee haastaa tuomaan esille uusia ongelmia ja kehitysideoita sekä kehittämään parempia toimintamenetelmiä. (Kouri. 2009, ss. 16-17)

2.2 Operaatiot ja prosessit

Kaikki tuotanto-operaatiot ovat *tuotantopanoks* (input) – *muutos* (transformation) – *tuotos* (output) –prosesseja (Karlöf et al. 2009, s. 214). Jokaisessa prosessissa on

tuotantopanoksena resursseja, jotka suorittavat muutoksen (transforming resources) ja resursseja, jotka itse muuttuvat prosessin aikana (transformed resources). Tuotantopanosten avulla tuotetaan palveluja ja tuotteita. Tieto ja materiaalit sekä lisäksi palvelualoilla myös asiakkaat ovat muuttuvia resursseja. Prosessissa käsiteltävät resurssit ovat yhdistelmä edellä mainittuja muuttuvia resursseja, joista prosessi tuottaa suoritteiden. Laitteet, rakennukset, tekniikka, tehtaot sekä ihmiset, jotka suunnittelevat, toteuttavat, johtavat ja ylläpitävät toimintoja, ovat muutosta suorittavia resursseja. (Slack et al. 2010, ss. 11-13; Slack et al. 2013, ss. 13-14, 16)

Liiketoiminnan operaatiot koostuvat erilaisista prosesseista, jotka ovat usein yhtä kuin osastot tai yksiköt. Prosessien muodostamat sisäiset toimintaverkostot koostuvat resurssien verkostosta kuten ihmistä, koneista, tiloista ja muista yksittäisistä prosessin osista. Jokainen prosessi toimii sisäisenä asiakkaana ja sisäisenä toimittajana jollekin toiselle prosessille tai prosesseille. (Slack et al. 2010, s. 15)

Prosessi-ajattelu lähtee Laamasen mukaan yksinkertaisemmillaan liikkeelle asiakkaan tarpeista. Tarpeiden tunnistamisen jälkeen mietitään millaisilla tuotteilla ja palveluilla (output) tarve voidaan tyydyttää. Kehitetään prosessi (resurssit ja toimenpiteet), jonka avulla aikaansaadaan tuotteet ja palvelut. Prosessin toteuttamista varten pitää selvittää, mitä syötteitä (input, materiaalit, tiedot) tarvitaan ja mistä nämä saadaan hankittua (toimittajat). (Laamanen. 2001, s. 21)

Laamanen et al. (2012, s. 212) tiivistävät prosessi-käsitteen seuraavanlaisesti: ”*Prosessi on joukko toisiinsa liittyviä toimintoja ja niiden toteuttamiseen tarvittavia resursseja, joiden avulla syötteet muutetaan tuotoksiksi*”. Laamanen & Tinnilä toteavat, että prosesseja voidaan johtaa ja niitä voidaan parantaa. Prosessijohtamista voivat tehdä prosesseista vastuussa olevat johtajat, jotka arvioivat prosessin tehokkuutta ja toimivuutta sekä asettavat kehittämistavoitteet prosessimallintamisen avulla. Prosessin parantaminen taas edellyttää sitä, että toiminta prosessissa muuttuu. Paremman tuloksen aikaansaaminen voi edellyttää osaamisen, työmenetelmien, tiedonhankinnan, tietojärjestelmien ja yhteistyösuhteiden kehittämistä. (Laamanen & Tinnilä. 2009, ss. 13-14)

Krajewski ja Rizman (2005) linjaavat, että prosessimuutos voidaan toteuttaa olemassa olevaa prosessia kehittämällä tai toteuttamalla radikaali prosessin uudelleen suunnittelu. Prosessin kehittäminen (process improvement) toteutetaan olemassa olevia toimintoja, menetelmiä ja virtauksia systemaattisesti tarkastelemalla ja yksityiskohtaista tietoa prosessin vaiheista keräämällä. Perimmäisenä tarkoituksena on prosessin kulun ymmärtäminen kerättyjen tietojen ja lukujen valossa. Prosessia pystytään parantamaan vasta kun prosessin kulku pystytään ymmärtämään ja kuvaamaan. Kun prosessi tunnetaan, vaiheita ja näkökohtia tarkastellaan prosessianalyysin keinoin ja ajatushautomon tuloksena kaikki mahdolliset kehitysratkaisut kirjataan ylös. Prosessin kehittäminen lähtee ajatuksesta, että asiat pystytään aina tekemään vähän paremmin.

Heizer et al. mukaan prosessin uudelleen suunnittelu (process reengineering, process redesign) merkitsee perusteellista ajattelumuutosta ja prosessin uudelleen suunnittelua (Heizer et al. 2006, ss. 276-277). Tämä tulee toteuttaa kustannuksia, laatua, nopeutta ja palveluasennetta silmällä pitäen, jotta suorituskykyä pystytään parantamaan. Prosessin uudelleen suunnittelu on pikemminkin uuden kehittämistä, kuin jatkuvaa parantamista. Uudelleen suunnittelu ei sovi kaikkiin prosesseihin eikä kaikille organisaatioille jo pelkästään sen takia, että yrityksillä ei välttämättä ole mahdollisuutta panostaa ”uuteen alkuun” ajallisesti eikä rahallisesti. Uudelleen suunnittelun voimavarat tulisi suunnata ydinprosesseihin ennemmin kuin yritystoimintaan liittyviin prosesseihin kuten markkinointiin tai hankintatoimiin. Myös prosessin uudelleen suunnittelussa, työryhmän pitää ymmärtää nykyisen prosessin olemus: mitä prosessissa tehdään, miten hyvin se toimii ja mitkä tekijät vaikuttavat prosessin kulkuun. (Krajewski ja Rizman 2005, ss. 120-122)

Laamanen toteaa, että prosessin kehittämistavoitteet liittyvät usein prosessin ydinsuorituskyvyn kehittämiseen eikä prosessin tai toiminnan muuttamiseen. Parantaminen kohdistuu aina prosessiin, jolloin pyrkimyksenä on välttää virheiden syntyminen tulevaisuudessa. Tällöin on kyse ennakoivasta (proaktiivinen) ja ehkäisevästä toimenpiteestä. Korjaava (reaktiivinen) toiminta kohdistuu useinmiten prosessin tuotokseen eikä sillä ole vaikutusta poikkeamien todennäköisyyteen tulevaisuudessa. Laamanen korostaa prosessin parantamisen olevan mahdotonta ilman tavoitteita. Tavoite liittyy suorituskykyyn ja tuloksiin. Tekeminen itsessään ei ole tulos. (Laamanen. 2001, ss. 202-203, 205)

Murto (2001, s. 32) toteaa tavoitteiden olevan jatkuvasti tutkinnan ja muokkauksen kohteena. Laamanen listaa kolme kriteeriä, jotka määrittävät tavoitteen hyväksi (2001, s. 203):

- tavoite tulee esittää numeroilla
- tavoite voidaan esittää mittayksikön avulla
- tavoitteelle on asetettu määräaika

Laamanen listaa neljä prosesseihin liittyvää hankaluutta. *Ensimmäinen hankaluus* on prosessien omistajuus. Hän painottaa, että organisaation johtajien tulee ottaa prosessien omistajuus kontolleen, sillä kenelläkään muulla yrityksessä ei ole riittävästi valtaa nostaa organisaation kyvykkyyttä uudelle tasolle. Tämä siksi, että pelkkä ongelmien ratkaisu ei riitä vaan on puututtava perussyihin. Prosessikuvausten laatimiseen osallistuminen mahdollistaa prosessiajattelun ja prosessin syvemmän olemuksen paremman sisäistämisen, sekä auttaa kehittämään omaa ajatusta organisaation toiminnasta. *Toinen hankaluus* on asiakkaan merkityksen ymmärtäminen. Laatuun sitoutuminen merkitsee sitä, että alusta asti mietitään, kuka on asiakas, ja sitoutuminen kohdistetaan alusta asti oikeisiin asioihin. Mitä enemmän pyritään aikaansaamaan sitoutumista, sitä enemmän ihmisiä pitää osallistaa prosessien kehityshankkeisiin. *Kolmas hankaluus* on sitoutuminen muutosten läpiviemiseen. *Neljäs hankaluus* liittyy työskentelytapoihin, joilla prosessien

kuvaamistyöhön monesti lähdetään. Tuloksellisen toiminnan kehittäminen ei onnistu vain käskyllä: ”kuvatkaa prosessit”, vaan työhön kannattaa valita sellaiset ihmiset, joilla on näkemystä kyseisestä prosessista. Kaavion kuvaaminen kannattaa aloittaa asiakkaan tarpeista ja vaatimuksista ja edetä prosessin tarkoitukseen, tavoitteisiin ja käytettävien käsitteiden selkeyttämiseen. Prosessikaavion laadintaa kannattaa jalostaa sekä yksilö- ja ryhmätasolla ja kerätä ajatukset yhteen, jolloin näistä voidaan hyödyntää parhaat eniten kannatusta saaneet ilmaisut prosessikaavioon. Prosessin omistajalle tulee antaa eväitä prosessin hallintaan. (Laamanen. 2001, ss. 82-83, 85-86)

Karlöf et al. esittelevät PDCA –ympyrän, jota käytettiin alun perin prosessien analysoimiseen ja kehittämiseen. Walter Shewhart kehitti PDCA:ta muistuttavan käsitteen 1930-luvulla, mutta W. Edwards Deming teki kyseisen menetelmän tunnetuksi 1950-luvulla. Demingin esittämän PDCA-menetelmän lähtökohtana oli asiakasvaatimuksiin nähden mahdollisten poikkeamien löytäminen prosesseja analysoimalla ja mittaamalla. Nykyään menetelmää sovelletaan monilla muillakin alueilla ja ympyrä tunnetaan parhaiten nimellä Demingin ympyrä (Laamanen. 2001, s. 210) tai PDCA-laatuympyrä. Laatuympyrä koostuu neljästä vaiheesta (Karlöf et al. 2009, ss. 183-184):

- **Plan / suunnittele:** Asetetaan tavoitteet ja toteutusmenetelmä, mitä halutaan muuttaa ja miten.
- **Do / toteuta:** Toteutetaan ehdotetut muutokset, mitataan tuloksia ja järjestetään koulutusta.
- **Check / arvioi:** Arvioidaan toteutustyö ja mittaustuloksia sekä analysoidaan tulos.
- **Act / paranna:** Parannetaan edelleen ja päätetään uusista muutoksista, joita ryhdytään suunnittelemaan.

Kouri kehoittaa LEAN taskukirjassa, että jatkuvaa parantamista kannattaa toteuttaa PDCA-kulun vaiheiden mukaisesti. Tässä yhteydessä Kouri jakaa PDCA-mallin viiteen vaiheeseen. Myös hänen kuvaamansa vaiheiden sykli lähtee liikkeelle parannustoimenpiteiden *suunnittelusta* (Plan), jolloin pohditaan vaihtoehtoja ja määritellään millaisten vaiheiden kautta voidaan saavuttaa parempia työskentelymenetelmiä. Seuraavaksi *suoritetaan* (Do) pilottihanke muutoksista, jonka jälkeen *arvioidaan* (Check) pilottihankkeen positiiviset ja negatiiviset puolet sekä tehdään tarvittavat korjaavat toimenpiteet. Neljäntenä vaiheena kohdealueella *toteutetaan* (Act) parannussuunnitelmat ja viidentenä *jatketaan* toiminnan kehittämistä. (Kouri. 2009, s. 15)

Prosessin suorituskykyä pitää pystyä mittaamaan ja tunnuslukujen tulee ilmaista luotettavasti hyvän prosessin toiminta. Ritvanen et al. (2011) painottavat, ettei prosessin kehittäminen pääty kun kehitystyö on kerran viety läpi, vaan kehitysprosessi etenee vaiheittaisesti. Tunnuslukuja seuraamalla voidaan havaita mihin suuntaa prosessia tulee vielä kehittää. Prosessin kulkua parantamalla nostetaan logistiikan palvelutasoa, asiakastyytyväisyyttä, joustavuutta ja lasketaan kustannustasoa. Logistisessa mielessä

turhan työn väheneminen tai virheellisten toimintatapojen korjaaminen vähentävät kustannuksia. Turhaa työtä voi olla esimerkiksi ylimääräiset tavaran siirrot, lastin purkamiset ja uudelleen lastaukset ja virheellisiä toimintatapoja ovat esimerkiksi kuormausvirheet, väärät varastopaikat tai virheellinen käsittely. Virhetilanteiden määrää voidaan vähentää prosessia selkeyttämällä. Työn ja työn jaon selkeyttäminen nostaa usein myös henkilöstön tyytyväisyyttä. (Ritvanen et al. 2011, ss. 52-53)

Prosessin mittareiden määrittelyssä on tärkeää muistaa, että prosessi on toimintaketju, joka ylittää vastuualuerajat ja ketjulla on rajapinta loppuasiakkaaseen. Tällöin tasapainoitettu mittaristo ei kuvaa yksittäisen tärkeän toiminnon käyttöastetta tai kustannustehokkuutta vaan mittaristo kuvaa jotain kokonaisuutta. Prosessinäkökulmasta yleisiä tavoitetekijöitä ovat kustannukset, laatu ja aika. (Fogelholm et al. 2001, ss. 33-34)

Toimintoja tulee tarkastella sekä yksilö- että yhteisötasolla niin, että pystytään erottamaan haitalliset ja hyödylliset rutiinit. Haitalliset rutiinit voivat olla entisten aikojen jäänteitä, jotka eivät enää palvele yhteisöä nykyisissä perustehtävissä eivätkä nykyisessä ympäristössä. Hyödylliset rutiinit tukevat tekemisen jatkuvaa uudelleen arviointia ja toteutusta sekä ennakoivaa sopeutumista toimintaympäristöön. Jos toistamme rutiineja ja entisiä toimintatapojamme sokeasti, emmekä ota aikaa pysähtyäksemme tutkimaan mitä ja miten asioita on tehty, emme kehity emmekä opi kokemuksistamme. (Murto. 2001, s. 61)

Yksityiskohtaiset prosessikuvaukset avaavat prosesseihin liittyviä rutiineja. Rutiinit voivat liittyä esimerkiksi päätöksentekokriteereihin tai työn valmisteluun. Karlöf et al. (2009, s. 215) toteavat, että prosessit jakautuvat organisaatiossa tavallisesti kolmeen kokonaisuuteen:

- ohjausprosessit
- pääprosessit
- tukiprosessit

Ohjausprosessit ohjaavat organisaation prosesseja ja niitä käytetään esimerkiksi toiminnan suuntaviivojen ja kehittämisen määrittämisessä. Strategiaprosessi, budjetointi ja toiminnan suunnittelu ovat tyypillisiä ohjausprosesseja. *Pääprosessit* eli ydinprosessit ovat organisaation liiketoimintaideaan liittyvää pääasiallista toimintaa, josta yritys ansaitsee rahaa. Pääprosessien lähtökohtana ovat kartoitetut asiakastarpeet ja lopputuloksena asiakkaan tarpeiden täyttäminen eli tyytyväinen asiakas. *Tukiprosessit* liittyvät esimerkiksi hallintoon, henkilöstöön tai tietoteknisiin prosesseihin. Hyvin toimivien tukiprosessien avulla voidaan parantaa pääprosessien tehokkuutta. (Karlöf et al. 2009, ss. 215)

Karlöf et al. kehottavat niin ikään tarkastelemaan päällekkäisiä toimintoja prosessia analysoitaessa. Huomioitavana seikkana ovat myös prosessivirran pullonkaulat eli toiminnot, jotka voivat pahimmassa tapauksessa pysäyttää prosessin. Samoin laatua

heikentävät toiminnot eli tuotantoprosessin vaiheet, joissa tuotteen laatu voi heikentyä. Kustannusmielessä on hyvä tunnistaa mitkä toiminnot aiheuttavat eniten kustannuksia ja tarkastella voiko näitä toimintoja tehostaa. (Karlöf et al. 2009, ss. 215- 216)

2.3 Prosessin mallintaminen, raja- ja liityntäpinnat

Laamanen & Tinnilä toteavat prosessien olevan eräs tietämyksen laji ja vain mallinnettu tietämys on tehokkaasti jaettavissa (Laamanen & Tinnilä. 2009, s. 29). Prosessikartoitus tai -mallinnus tehdään, kun halutaan kuvata miten erityyppiset tehtävät prosessin sisällä liittyvät toisiinsa. Mallinnuksen tarkoituksena on jäsenellä prosessin vaiheet ja kuvata materiaalien, informaation ja ihmisten liikkumista prosessin läpi. Tilanteessa, jossa prosessin kehittäminen on tarpeen, prosessimallinnuksen avulla pystytään systemaattisesti käymään läpi ja haastamaan jokainen prosessin vaihe. (Slack et al. 2010, ss. 97, 99)

Krajewski ja Rizman (2005. s. 19) listaavat kuusi askelmaa, joiden avulla prosessin analysointi etenee systemaattisesti:

- tunnistetaan kehitysmahdollisuudet (1)
- määritellään työn laajuus (2)
- dokumentoidaan prosessi (3)
- arvioidaan prosessin suorituskyky (4)
- suoritetaan prosessin uudelleen suunnittelu (5)
- toteutetaan muutokset (6)

Prosessin analysointi lähtee liikkeelle uusien kehitysmahdollisuuksien tunnistamisella. Tässä vaiheessa on tärkeää kiinnittää huomiota kanssakäymiseen niin toimittajan kuin asiakkaan suuntaan, kysyntätarpeeseen vastaamiseen sekä uudenlaisen palvelun kehittämiseen. Aina voidaan esittää kysymys: ”Onko asiakas tyytyväinen saamaansa palveluun tai vastaanottamiinsa tuotteisiin, vai voidaanko jotain tehdä paremmin?”. Tämä koskee yhtälailla sisäistä ja ulkoista toimitusketjua. Strategisesta näkökulmasta kehitysmahdollisuuksia voidaan tunnistaa tarkkailemalla prosessin tavoitetason ja nykyisen toimintakyvyn välistä kuilua. Voidaan esimerkiksi seurata vastaavatko mitattavissa olevat asiat kuten kustannukset, laadullinen yhtenäisyys ja hyvä laatutaso sekä ajantasainen ja nopea toimitus tarpeita ja odotuksia. Mikäli jossain kohtaa joudutaan toteamaan, että ei vastaa, tällöin kieltävä vastaus viittaa mahdollisuuteen kehittää olemassa olevaa toimintaa. Ritvanen et al. (2011, s. 51) toteavat, että henkilöstö kannattaa ottaa mukaan prosessikaavion laatimiseen, sillä oman työnsä sisäistäneet työntekijät ovat parhaita työn toteutuksen asiantuntijoita. Myös Krajewski ja Rizman (2005, s. 133) esittävät, että prosessin kehitysmahdollisuuksia voidaan nostaa esille kuuntelemalla prosessissa todellisuudessa työskenteleviä työntekijöitä, kuten prosessin sisäisiä asiakkaita tai toimittajia. (Krajewski ja Rizman 2005, ss. 132-133)

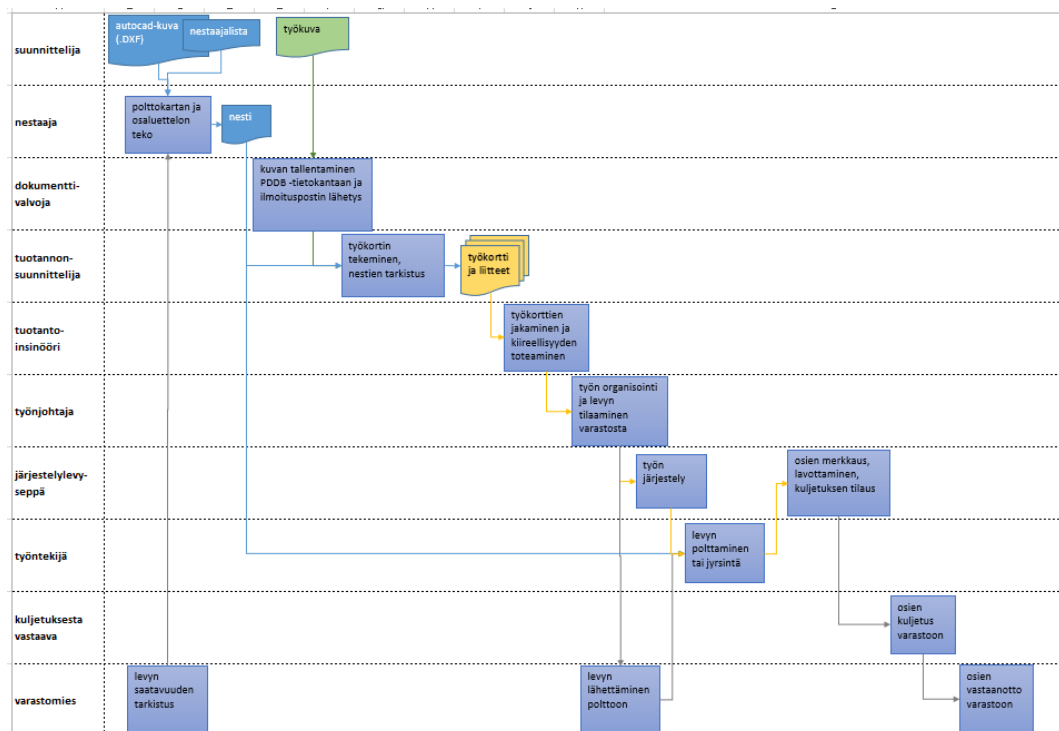
Albino et al. toteavat kirjallisuudesta löytyvän monenlaisia luokitteluja tietovaatimusten määrittely- ja mallinnustekniikoiksi. He erottelevat kuitenkin kaksi päälähestymistapaa tietovaatimusten analysoimiseksi: asiatietopohjainen (data-based) ja organisaatiopohjainen (organization-based). Asiatietopohjaiset mallinnukset tähtäävät heidän mukaansa objektiivisen kokonaisuuden kuvaamiseen ja jättävät usein huomioimatta ihmisten tai organisaation vaikutukset tiedon hallinnassa. Asiapohjaisen analysoinnin tavoitteena on työnkulun mallintaminen keskittyen toimintatapoihin ja asiatietojen tunnistamiseen. Tällaisena mallinnustapoina he mainitsevat vuokaavion (Flow Chart), tietovuokaavion (Data Flow Diagram) ja tietomallin (Data Model). Toisaalta organisaatiopohjaiset mallit keskittyvät esittämään organisaatiota. Esimerkkinä päätöksentekomallinnus, joka kuvaa organisaation hierargista päätöksentekoprosessia, joka on alisteinen häiriöiden ja muutosten vaikutuksille. Transaktiomalli kuvaa organisaatiota tapahtumien verkkona. Organisaatiopohjainen mallinnus voi toisinaan myös kuvata prosessia säännönmukaisena käyttäytymisenä. Albino et al. toteavat näiden kahden esitystavan täydentävät toisiaan ja he esittävät hyötyjen yhdistämistä yhdeksi esitykseksi, jossa mallinnetaan tietovirta, resurssit ja toiminnot ja johon sisällytetään mallinnus päätöksentekorakenteesta. (Albino et al. 2002, s. 9)

Mallintamisessa käytetään pääsääntöisesti graafista esitystapaa, mutta toiminnan kokonaisvaltaiseen kuvaamiseen tarvitaan sekä tekstidokumentti, taulukkomuotoinen dokumentti, että kuva (von Bach et al. 2000, s. 117). Heizer & Render esittävät muun muassa seuraavat neljä työkalua, joiden avulla voidaan lisätä ymmärrystä siitä, mitä prosessissa tapahtuu ja mitä pitäisi tapahtua. *Vuokaavio* (Flow Diagram) on piirros tai kaavio ihmisten, materiaalin ja tuotteiden liikkeistä. *Aika-toiminto -kaavio* (Time-Function Mapping) on vuokaavio, jossa vaak akselille on lisätty aikajana. Kaaviossa viivojen nuolet osoittavat virtaussuunnan ja solmukohdat ovat tehtäviä. *Arvovirta kaavio* (Value Stream Mapping) taas on muunnelma aika-toiminta – kaaviosta, jonka avulla pyritään osoittamaan mitkä toiminnot lisäävät arvoa ja mitkä eivät lisää. Joissakin prosesseissa voidaan hyödyntää *Prosessitaulukkoa* (Process Chart). Se on listaus prosessin tapahtumista, joille on määritelty ennalta laaditusta listasta toimintaa kuvaava symboli. Toiminnoille on määritelty myös kuluva aika ja mahdollisesti eri tapahtumien välinen etäisyys työpisteestä. (Heizer & Render. 2006, ss. 265-266)

Prosessitaulukko (process chart)		Ohjelma / file	Operation	Kuljetukset	Tarkastukset	Viive	Varastointi	Aika (min)
Työnkuvaus (Job description):								
Vaihe (Step)	Menetelmän yksityiskohdat (Details of method)							
1	nestäajalistan vastaanottaminen	Excel	●	→	■	■	■	
2	nestäaja luo ja nimeää nestipohjan	Aveva	●	→	■	■	■	
3	nestäaja kirjaa materiaali tiedot nestiin	Aveva	●	→	■	■	■	
4	nestäaja tarkistaa millaisen levyn hän tarvitsee nestiä varten	Aveva	●	→	■	■	■	
5	nestäaja varmistaa sopivan levyn saatavuuden teräsvarastosta	manual	●	→	■	■	■	
6	levyn käyttöönotto kirjataan varastolistaan ja nestäajan listaan	Excel	●	→	■	■	■	
7	nestäaja poimii nimetyt osat osapankista levyille	Aveva	●	→	■	■	■	
8	nestäaja sommittelee osat levyille polttokartaksi	Aveva	●	→	■	■	■	
9	nestäaja verifioi nestin, nestiin tulee näkyviin polttoura	Aveva	●	→	■	■	■	
10	nestäaja tarkistaa nestin	Aveva	●	→	■	■	■	
11	scetch -näkyvässä haetaan sopivat raamit nestille	Aveva	●	→	■	■	■	
12	nestäaja tallentaa .tap muotoisen polttotiedoston eli nestin	Aveva	●	→	■	■	■	
13	nestäaja kirjaa käsin samaan levyosaluetteloon kuuluvat nestit	Aveva	●	→	■	■	■	
14	räätälöity ohjelman pätkä listaa nestissä olevat osat luetteloksi	custom made	●	→	■	■	■	
15	nestäaja vertaa levyosaluettelon ja nestin tietoja keskenään	manual	●	→	■	■	■	
16	suunnittelun sisäinen nestien tarkistuskierros	manual	●	→	■	■	■	

Kuva 14. Esimerkki yksinkertaisesta prosessitaulukosta, jonka avulla kuvataan prosessin virtauksia ja työn etenemistä vaihe vaiheelta.

Prosessikaavio (Process Flow Chart), joka on graafinen piirros tietyn prosessin toiminnoista ja siihen liittyvistä henkilöistä, tietovirroista, panoksista ja tuotteista, voidaan piirtää vuokaavion (Flow Diagram) muotoon. Prosessikartta (Process Map) on yleisen tason kuvaus yrityksen ydinprosessien välisistä yhteyksistä. (Ihalainen & Hölttä. 2001, ss. 15-16; Laamanen et al. 2009, ss. 124, 126)



Kuva 15. Esimerkki yksinkertaisesta prosessikaaviosta, jonka avulla kuvataan prosessin virtauksia ja työn etenemistä vaihe vaiheelta.

Laamasen mukaan prosessikaavioon on tärkeää kirjata osastojen ja ryhmien tilalle aidot henkilöroolit. Ihmiset voivat sijoittaa itsensä prosessiin, kun oma rooli on tunnistettavissa. Tiedon tarvetta ja käyttötarkoitusta voidaan korostaa, kun kaaviossa kuvataan aidosti tekemistä, eikä keskitytä pelkästään tiedonkulun kuvaamiseen. Prosessin

kuvaamisessa ei ole kysymys vain kaavioiden aikaansaamisesta, vaan uudenlaisen ymmärryksen kehittämisestä ja toimimisesta sen mukaan. Prosessikaavion kuvaamistarkkuudelle ei ole yksiselitteistä määrittelyä, mutta kuvauksesta pitää selvittää prosessin toimintalogiikka. Tavoitteena on kriittisten toimintojen ja päätösten tunnistaminen ja niiden suorittaminen mahdollisimman hyvin. Liian tarkka kuvaaminen ei auta ymmärtämistä ja kaaviot on hyvä pitää riittävän yksinkertaisina. Karkean tason kaaviossa Laamanen suosittelee esitettäväksi neljästä seitsemään vaihetta ja yksityiskohtaisempaan kaavioon enimmillään 15-20 toimintoa. (Laamanen. 2001, ss. 80-82)

Laamanen (2001, s. 76) listaa, että hyvä prosessikuvaus:

- esittää asioiden väliset riippuvuudet
- sisältää prosessin kannalta kriittiset asiat
- edistää prosessissa työskentelevien ihmisten yhteistyötä
- auttaa ymmärtämään kokonaisuutta sekä omaa roolia tavoitteiden saavuttamisessa
- mahdollistaa joustavan toiminnan tilanteen vaatimusten mukaan

Ritvanen et al. (2011, s. 51) toteavat prosessikuvausten auttavan toimitusketjun hallinnassa ja että kuvauksissa keskitytään yleensä:

- työvaiheisiin
- vastuisiin
- kapasiteettiin
- tuotantoon
- henkilöstön osaamiseen

Prosessijohtamiseen tai toiminnan ymmärtämiseen riittää karkean tason esitys, mutta ongelmien ratkaisu, tietojärjestelmien kehittäminen tai toiminnan parantaminen vaativat yksityiskohtaisemman kuvauksen (Laamanen et al. 2009, s. 124). Prosessikaaviot ja prosessikartat lisäävät työn näkyvyyttä ja parantavat kokonaisuuksien ymmärtämistä. Ne tarjoavat prosessin toimijoille yhteisen viitekehyksen, joka on omiaan parantamaan kommunikointia. Kaavioita ja karttoja laaditaan usein kuvaamaan työn tämän hetkistä toteutustapaa, mutta yhtä hyvin niiden avulla voidaan pyrkiä mallintamaan tapaa miten haluttaisiin toimia. Vaihtoehtoisten toimintatapojen kehittämistä, parannusmahdollisuuksien tunnistamista ja suorituskyvyn mittaamisen vahvistamista voidaan tukea prosessikaavion laatimisen kautta. Parannusmahdollisuuksia voidaan havaita karttaa selkeyttämällä esimerkiksi poistamalla turhia työvaiheita tai yksinkertaistamalla prosessin kulkua. (Damelio. 1996, ss. 1-2, 7)

Osastorajat ylittävää toimintaa voidaan myös kuvata kaavion avulla (cross-functional map). Kaaviota käytetään selkeyttämään eri toimijoiden työpanokset ja roolit. Damelio (1996, s. 7) väittää, että mitä useampi yrityksen osa-alue ja toiminto on mukana prosessissa ja mitä enemmän on yhteisvastuullista rajat ylittävää vaihdantaa eli tiedon ja suoritteiden luovuttamista, sitä paremmat mahdollisuudet on parantaa prosessin kulkua.

Damelio (1996, ss. 5-7) listaa prosessin kulkuun liittyviä asioita, jotka tulee käydä ilmi prosessien välisiä suhteita kuvattaessa ja joiden avulla pystytään tiedostamaan henkilöt ja tahot, joiden kanssa kommunikointia pitää rakentaa ja vahvistaa. Damelio esittää, että prosessien rajoilta tunnistetaan:

- toimijat, joilta odotetaan vastaanotettavaksi jotain
- suoritteet, joita odotetaan vastaanotettaviksi
- kaikki toimintavaiheet, jotka prosessi suorittaa
- toimijat, jotka odottavat saavansa jotain
- kaikki prosessista eteenpäin laitettavat suoritteet

Rajapinta tai yhdyspinta on toimintojen liityntäpinta, jossa tapahtuu prosessit ylittävää vuorovaikutusta esimerkiksi organisaation osastojen tai yksiköiden välillä. Toimitusprosessissa esimerkiksi ylitetään markkinointi-, myynti-, tuotanto- ja logistiikkaosastojen rajat. Tietotekniikassa kahden sovelluksen välistä tietojen vaihtamistapaa sanotaan liitäntäpinnaksi. (Laamanen et al. 2009, ss. 109-110)

2.4 Organisaation sisälogistiikka ja virtaukset

Ritvanen et al. (2011, s. 20) toteavat, että ”*Logistiikka on tuotteen tai palvelun ja siihen liittyvän tiedon ja rahan hallintaa organisaatiossa asiakastarpeiden tyydyttämiseksi*”. Oman organisaation sisällä tapahtuvaa materiaalien ja tuotteiden käsittelyä kutsutaan nimellä sisälogistiikka (inhouse logistics). Logistiset toimintaprosessit ovat tärkeitä tekijöitä yrityksen tuottavuutta ajateltaessa. Organisaation virtausten kuten materiaali- ja tietovirtojen tulee liikkua sujuvasti. Virtausten liikkumisen lähtökohtana on asiakkaan tarve ja päämääränä tämän tarpeen tyydyttäminen. Materiaalitarvesuunnittelun toimivuus edellyttää kysynnän tietämystä päivä- tai viikkotasolla. Kysynnän lisäksi tarvitaan materiaalin yksilöiviä tietoja kuten tuotekoodit, toimitusajat ja varastosaldot. Materiaalivirtaustoiminnassa läpinäkyvyys on tärkeää. Se tarkoittaa, että osapuolet jakavat tietoa keskenään. (Ritvanen et al. 2011, ss. 20, 50, 58, 139)

Logistisen toiminnan kaikkia tuotoksia voidaan pitää asiakaspalveluna. Asiakkaan tyytyväisyys pystytään takaamaan, kun asiakkaalle toimitetaan juuri se mitä hän tarvitsee. Toimitusvaatimusten tehokas tiedostaminen toteutuu parhaiten, kun asiakas määrittelee tarpeensa itse. Asiakkaan näkökulmasta toimitustasoja on vain kaksi eli 100:n prosentin toimitusaste ja nollan prosentin toimitusaste. Tämä tarkoittaa, että asiakas vastaanottaa juuri sen mitä tarvitsee oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan tai sitten näin ei tapahdu. (Christopher. 2011, ss. 50, 52, 54)

Perinteisen organisaation logististen toimien suurimmat esteet ovat peräisin jäykästä ja vakiintuneesta organisaatorakenteesta. Organisaation sisäänrakennetun toimitusketjun (integrated logistics) eli toimittajan ja vastaanottajan välillä liikkuvan tiedon ja materiaalin virtausten hallinta perustuu yhteistyöhön ja ohjaukseen systeeminä. Tämän toiminnan päämääränä on lisätä arvoa asiakkaalle mahdollisimman pienin kustannuksin,

jolloin noudatetaan optimoinnin periaatteita. Perinteisissä yrityksissä organisaatorakenne noudattaa usein toimintaperusteista vertikaalista rakennetta. Organisaation rakenne muodostaa tällöin selkeän kustannusrakenteen ja jokaista toimintakokonaisuutta ohjaa budjetti, joka säätelee resurssien käyttöä. Yrityksissä on jo pitkään tiedostettu, että liiketoiminnan perimmäisenä tarkoituksena on aikaansaada kannattava tuotos (profitable output). Tämän tuotoksen tulee olla perustana toiminnan suunnittelulle, järjestämiselle ja ohjaamiselle. Tällainen toimintamalli voi kuitenkin rohkaista osaoptimointiin ja osaoptimointi on selkeä haitta menestyksekkäälle sisälogistiikan hallinnalle. (Christopher. 2011, ss. 228-230)

2.5 Sisäinen asiakkuus ja vuorovaikutus

Organisaatioiden sisäisten toimintojen kehittämispyrkimykset ovat synnyttäneet käsitteen sisäinen asiakas tai sisäinen toimittaja. Krajewski ja Rizman toteavat sisäisen asiakkuuden käsitteen perustuvan ajatukseen, että jokainen ihminen, osasto, toiminto ja tehtävä ovat kosketuksissa toisiin ihmisiin ja tehtäviin (Krajewski ja Rizman 2005, s. 6). Jotta yritys voi toimia tehokkaasti, jokaisen organisaation osan on toimittava hyvässä yhteistyössä. Sisäisen asiakkuuden näkökulmasta on tärkeää tiedostaa, että jokainen toimija organisaation sisällä on jonkun toisen toimijan asiakas ja samalla toimittaja. Toimintojen verkossa tuotetaan ja kulutetaan toisten tarvitsemia tai tuottamia palveluja ja hyödykkeitä. Moilanen (2001, s. 35) toteaa kaikkien työyhteisöjen palvelevan jollain asteella asiakkaita eli työyhteisöissä jäsenet tekevät työtä tyydyttääkseen toisen ryhmän tarpeet. Slack tuo esille, että joissakin yrityksissä sisäisen asiakkuuden käsite on viety astetta virallisemmalle tasolle. Tällaisissa yrityksissä operaation osapuolia on kannustettu laatimaan kahden osaston keskeisiä palvelutasosopimuksia (SLA, a service-level agreement). Näiden sopimusten sisältö määrittelee mahdollisimman tarkasti sekä omat, että sisäisen asiakkaan tarpeet. (Slack et al. 2010, ss. 509 -510, 663, 548)

Sisäisen asiakkuuden toimintaohje on lähtöisin Japanista ja se tarkoittaa, että jokaisen toimijan tulee pitää seuraavaa vaihetta asiakkaanaan sekä laadun, että toimitusaikojen suhteen. (Lapinleimu et al. 1997, s. 42)

Liker et al. korostavat, että yrityksessä toteutettujen parannusten ylläpitäminen lähtee oikeanlaisesta yrityskulttuurista. Yrityskulttuuria tulee ohjata pois vertikaalisen painopisteen toimintatavasta, jossa ihmiset keskittyvät vain oman työnsä suorittamiseen ja omiin lukuihinsa. Yrityskulttuuri, jossa ihmiset keskittyvät horisontaalisesti asiakkaaseen, parantaa arvovirtoja. Arvovirrat välittävät arvoa eri toimintojen välillä. (Liker et al. 2013, s. 4)

Lähes kaikki organisaatiossa toteutettavat tehtävät syntyvät jonkinlaisen yhteistyön kautta. Vuorovaikutusosaaminen ei ole tehtävästä kiinni, vaan sitä tarvitaan kaikissa töissä. Vuorovaikutuksen merkitys eri töissä on erilainen ja sen merkitys korostuu palveluammateissa, myyntityössä ja johtajuudessa. (Laamanen. 2001, s. 184)

Mika Lohtander toteaa kirjassa tuotettavuuden kehittäminen, että DFM (Design For Manufacturing) ja DFA (Design For Assembly) -menetelmien avulla monessa yrityksessä on ryhdytty suunnittelemaan tuotteet valmistusystävällisesti alusta lähtien. Menetelmien tarkoituksena ei ole ratkaista valmistuksen tiedossa olevia epäkohtia. Menetelmillä pyritään yksinkertaistamaan tuotantoa tai itse tuotetta ja pyritään välttämään epäkohtia, joita tuotannossa on tunnistettu. Suunnittelun avulla pyritään usein esimerkiksi kehittämään tuotteista yksinkertaisesti valmistettavia, vähentämään kokoonpanoon menevien osien määrää tai parantamaan rakenteen kokoonpantavuutta. Lohtander toteaa myös yleiseksi oletuksen, että 70- 80 prosenttia valmistuskustannuksista määräytyy suunnitteluvaiheen aikana. (Huhtala ja Pulkkinen. 2009, ss. 224, 227, 229)

Karlöf et al. (2003, s. 125; 2009, s. 160) esittelevät kuusi toisiaan vahvistavaa tehokkaan prosessin periaatetta, jotka ovat:

- osallistuminen
- selittäminen
- odotusten selkeys
- yhdessä tapahtuva oppiminen
- tavoitetason nosto
- lojaalius

Osallistuminen tarkoittaa, että prosessissa toimivilta henkilöiltä pyydetään mielipiteitä ja ideoita ja he voivat vaikuttaa päätöksentekoon. Asianosaisten osallistuminen parantaa päätösten laatua ja lisää sitoutumista tehtyihin päätöksiin. *Selittäminen* on tärkeää ja se tarkoittaa, että kaikki asianosaiset saavat selityksen miksi päätökset on tehty. Selittämällä päätöksen tekoon vaikuttavaa ajattelua voidaan ihmisille tuoda ilmi, että heidän näkemyksensä on huomioitu ja päätökset on tehty yrityksen hyväksi hyvissä aikein. Tällaisella toiminnalla voidaan lujittaa uskoa yhteisen hyvän tavoitteeseen, vaikka päätökset eivät välttämättä ole kaikkien yksilöiden näkemysten mukaisia. *Odotusten selkeys* edellyttää, että uudet pelisäännöt ja tavoitteet todetaan selvästi ja asianosaiset tietävät mitä heiltä odotetaan, millaisten sääntöjen mukaan toimintaa arvioidaan ja kuka on vastuussa mistäkin asiasta. Oikeudenmukaisessa prosessissa päätöksenteko ei perustu kompromisseihin, sisäiseen politikointiin, tekaistujen toimintamallien tai taitojen vaatimiseen vaan päätöksenteko perustuu kerättyihin tietoihin. *Yhdessä tapahtuva oppiminen* tarkoittaa, että prosessi mahdollistaa uuden informaation lisäämisen ja omaksumisen kaikille. Kun ryhmä saa yhteistä tietoa päätöksiä varten, voidaan päätöksiä suorittaa tehokkaasti ja toteuttaa parannuksia ilman kompromisseja. *Tavoitetason nosto* antaa sekä johdolle että työntekijöille energiaa pyrkiä parempiin suorituksiin mihin aiemmin on ylletty. *Lojaalius* tehtyjä päätöksiä kohtaan lisääntyy, kun eriäviä mielipiteitä on mahdollista esittää ja päätösten taustat selitetään. Toiminnanmuutosten yhteydessä lojaalius tehtyjä päätöksiä kohtaan on tärkeää, jotta muutostilanteita pystytään hallitsemaan. (Karlöf et al. 2003, ss. 125-126; Karlöf et al. 2009, ss. 160-162)

Moilanen (2001, s. 84) toteaa, että organisaation rakenteet, puitteet, arvot ja osasysteemit pyrkivät tukemaan ja ylläpitämään olemassaolevia toimintamalleja ja prosesseja. Yrityksen toiminta ei voi kehittyä ilman uusien asioiden soveltamista ja muutoksia. Ihmiset ovat tärkeitä oppivassa organisaatiossa, mutta oppiminen ja toiminta tapahtuvat organisaatiossa vallitsevien raamien eli organisaatorakenteiden ja järjestelmien mukaisesti. Muutosta tarvitaan näin ollen myös rakenteisiin ja systeemeihin.

Argyris ja Schön (1996, s. 20) esittävät, että yritykselle on hyödyksi pystyä erottamaan kolme tuloksekasta organisaation oppimistyyppiä:

1. organisatorinen tutkimus, jossa välineoppimisen kautta parannetaan organisaatiotason tehtävien suoritustehokkuutta;
2. tutkimus, jonka avulla organisaatio tarkastelee ja uudistaa arvojaan ja kriteereitään, joiden kautta se määrittelee mitä organisaatio tarkoittaa suoritustehokkuudella; sekä
3. tutkimus, jonka avulla organisaatio kehittää tyyppien 1 ja 2 mukaista oppimiskykyään

Single loop learning eli yhden silmukan mukainen oppimismalli tarkoittaa välineoppimista, joka saa aikaan toimintamallien tai niiden pohjana olevien käsitysten tai oletusten muuttumista niin, että toiminnan teorian arvo ei muutu. Tämä oppimismalli tähtää havaittujen ongelmien korjaamiseen, mutta siinä ei kuitenkaan pureuduta ongelman todellisiin syihin. Astetta syvemmälle pureutuva oppimismalli on nimeltään double loop learning eli kahden silmukan mukainen oppimismalli. Tässä oppimismuodossa pyritään pääsemään käsiksi ongelman todellisiin aiheuttajiin. (Argyris ja Schön.1996, ss. 20-22)

Laamanen (2001, s. 261) korostaa osallistumisen tärkeyttä ja ihmisen tarvetta saada kokea olevansa muutoksen tekijä (subjekti) eikä muutoksen kohde (objekti). Sekä Laamanen (2001, s. 261) että Grönfors (1996, s. 62) toteavat sitoutumisen olevan voimakkainta kun ihmiselle syntyy omakohtainen vaikuttamisen kokemus. Laamasen mukaan paras tulos muutostilanteessa saavutetaan, kun työntekijät voivat osallistua muutoksen kaikkiin vaiheisiin. Tällaisia vaiheita voivat olla esimerkiksi muutostarpeen tunnistaminen, merkityksen toteaminen, ratkaisuvaihtoehtojen ideointi ja valinta sekä testaus ja toimivuuden arviointi. Murto (2001, s. 31) esittää, että prosessikeskeinen kehittäminen painottuu yhteisön arkipäivän tutkimiseen. Murroneen mukaan esimerkiksi asiakastarpeiden tuntemisessa paras asiantuntijataso on perustasolla työskentelevä henkilöstö, jonka kuuleminen ja vaikutusmahdollisuuksien takaaminen ovat onnistumisen edellytys.

2.6 Lean, 5S ja six sigma

Lean Enterprise Institute, Inc (LEI), joka on voittoa tavoittelematon tutkimus-, koulutus- ja julkaisulaitos, kuvaa internetsivuillaan Lean-toimintamallin ydinajatuksen olevan asiakasarvon maksimointi hukkaa minimoiden. Tämä tarkoittaa sitä, että Lean-

toimintamalliin sitoutunut yritys ymmärtää asiakkaan arvotarpeet (customer value) ja keskittää ydinprosessinsa tämän arvon jatkuvaan lisäämiseen (Kouri. 2009, ss. 6-7). Äärimmäinen Lean-tavoite on täydellisen asiakasarvon tarjoaminen täydellisen arvontuontiprosessin kautta, joka ei tuota yhtään hukkaa. Lean-ajattelumalli ohjaa johtamista keskittymään tuote- ja palveluvirran kulun optimoimiseen koko arvovirran läpi, joka virtaa vaakasuuntaisesti teknisten menetelmien, osastojen ja kaikkien voimavarojen läpi asiakkaalle asti. Lean ohjaa johtamista pois erillisten menetelmien, osastojen ja voimavarojen osaoptimoinnista kokonaisuuden optimointiin. (www.lean.org)

Duggan (2002, s. 3) kuvaa Lean-prosessijohtamismallin pohjautuvan asiakaslähtöisyyteen, joka tähtää hukan eli lisäarvoa tuotteelle tai palvelulle tuottamattoman toiminnan poistamiseen. LEI korostaa lisäksi hukan poistamista koko arvoketjun matkalta, eikä vain erillisten asioiden osalta. Näin synnytetään prosesseja, jotka vaativat vähemmän ihmistyötä, vähemmän aikaa, vähemmän tilaa ja aikaansaavat vähemmän kustannuksia sekä tuottavat vähemmän vikoja sisältäviä tuotoksia verrattuna perinteisiin liiketoiminnan järjestelmiin. (www.lean.org)

Kouri toteaa Lean-toimintamallin näkyvän parhaiten tuotannon organisoinnissa ja jatkuvassa kehitystyössä. Tähän liittyy voimakkaasti henkilöstön osallistuminen kehityshankkeisiin ja toiminnan kehittäminen siellä missä kädet liataan. Leanin avulla yrityksen toimintaan pyritään luomaan täsmällisyyttä, järkevyyttä ja tarkoituksenmukaisuutta. (Kouri. 2009, s. 6)

Bhasin ja Burcher (2006, s. 67) toteavat Lean-ajatusmallia filosofiana tutkivan artikkelinsa johtopäätöksissä, että suurimmat vaikeudet, joita yritykset näyttävät kohtaavan leania soveltaessaan eivät niinkään ole tietynlaisten tekniikoiden ja työkalujen tiedostaminen vaan tarkoituksenmukaisen projektisekventoinnin eli peräkkäisten asiakokonaisuuksien, suunnitelman ja suunnan puute. Onnistunut lean-toteutus nojaa heidän mukaansa seuraavanlaisten yleisten asiakokonaisuuksien yhdistelmään:

- hyödynnetään viittä tai useampaa teknistä työkalua (technical tool) samanaikaisesti
- tarkastellaan leania pitkän tähtäimen taipaleena
- tarkastellaan toimintoja jatkuvan parantamisen näkökulmasta
- toteutetaan useita muutoksia yrityskulttuurissa lean-periaatteiden tukemiseksi koko arvoketjun läpi ja voimaannuttamisajatuksen omaksumiseksi

5S -menetelmäoppi tähtää työskentelyalueiden ja työpisteiden puhtauteen, siisteyteen ja järjestelmällisyyteen. Tämän toimintamallin avulla pyritään työympäristöstä karsimaan pois kaikki tarpeeton. Tarpeettomien asioiden ja esineiden poistaminen vähentää epäjärjestystä, samoin kuin tarpeellisille tavaroille määritellyt omat paikat. Tarpeettomia asioita kutsutaan hukaksi ja hukka voi liittyä turhaan odottamiseen, tiedon etsimiseen, epävarmuuteen tai turhan vaihtelun muodostumiseen. Hukan tietoinen karsiminen

toimintaympäristöstä selkeyttää ja nopeuttaa toimintaa sekä lisää toiminnan ennustettavuutta. (Slack et al. 2010, s. 446)

Slack et al. (2010, s. 446) listaavat 5S -termejä, jotka ovat alun perin lähtöisin Japanista, mutta jotka toimivat myös englanniksi käännettynä:

- **Short (Seiri)/ *supistaa*:** Poistetaan mitä ei tarvita ja pidetään mitä tarvitaan.
- **Straighten (Seiton)/ *oikaista*:** Tavaroiden sijoittaminen sopivalle etäisyydelle paikkaan, josta ne on helposti otettavissa aina tarvittaessa.
- **Shine (Seiso)/ *puhdistaa*:** Paikkojen pitäminen puhtaana ja järjestyksessä. Ei jätteitä eikä likaa työpisteillä.
- **Standardize (Seiketsu)/ *yhdenmukaistaa*:** Jatkuva siisteyden ja järjestyksen ylläpitäminen.
- **Sustain (Shitsuke)/ *ylläpitää*:** Normin mukaiseen toimintaan sitoutuminen ylpeydellä.

Six sigma on jatkuvan parannuksen menetelmä, joka pohjautuu kerättyyn tietoon ja jota hyödyntämällä toimintaa pyritään tehostamaan sekä saamaan toiminta parempaan hallintaan. Six sigman yhtenä avaintekijänä on suorituskyvyn mittaaminen ja tämä liittää six sigman läheisesti tilastollisen prosessijohtamisen piiriin (Gilbreath et al. 2009, s. 12; Shafer et al. 2012, s. 521). Jokaisessa prosessissa muuttuvat tekijät mahdollistavat ongelmatilanteita. Prosessin ohjaus luo keinot tunnistaa muuttuvat tekijät. Kun muuttuvat tekijät pystytään tunnistamaan, muutoksia pystytään vähentämään tai niitä voidaan ennakoida paremmin. Six sigman tarkoituksena on johdonmukaistaa toimintaa. Toiminnan tutkiminen ja päätöksenteko perustuu kvantitatiiviseen eli määrälliseen aineistoon, joka kerätään viisi-vaiheista kiertokulkua (DMAIC) etenemällä. (Christopher. 2011, ss. 199-200)

Six sigman DMAIC –kiertokulun viiden vaiheen kuvaukset Christopherin kirjaan (2011, s. 200) perustuen:

- **Define/ *määrittely*:** Mitä pyritään parantamaan?
- **Measure/ *mittaaminen*:** Mikä on nykyisen prosessin suoriutumiskyky? Millainen on tyypillinen prosessin tuotos ja miten ilmenee vaihtelevuus?
- **Analyse/ *tutkiminen*:** Kuvaa prosessi, käytä syy-seuraus-analyysiä ja määrittele toiminnan painopisteet.
- **Improve/ *parantaminen*:** Suunnittele toiminnot uudelleen, yksinkertaista.
- **Control/ *ohjaaminen*:** Paranna prosessin näkyvyyttä. Käytä kerättyä tietoa prosessin ohjauksessa ja valvo suoriutumista.

Ihalainen & Hölttä kuvaavat prosessien vaihtelun olevan Six sigma-ajattelussa ”vihollinen nro 1”. Minimoimalla vaihtelua voidaan lisätä tuotannon tehokkuutta ilman lisäkustannuksia sekä vähentää laatuongelmien määrää ja samalla vähentää poikkeamien korjaamisesta aiheutuvia kuluja. Turhaa vaihtelua aiheuttavien tekijöiden poistaminen auttaa prosessia toimimaan kuten sen on suunniteltu toimivan. Six sigma antaa eniten hyötyä sellaisille työntekijöille, jotka soveltavat sitä päivittäin työssään. Six sigma

tietoisuus antaa eväitä kaikille laatu- ja kehittämistehtävissä mukana oleville. Koulutusohjelman päämääränä on kouluttaa kehitystyön asiantuntijoita yrityksen jokaiseen portaaseen. (Ihalainen & Hölttä. 2001, s. 38)

Six sigman on sanottu olevan kokoelma vanhoja laatutyökaluja uudessa paketissa. Tämä pitää siltä osin paikkansa, että Six sigma ei tarjoa yhtään uutta työkalua. Merkityksellinen ero Six sigman ja sitä edeltäneiden laatufilosofioiden, kuten Total Quality Management'in (TQM) välillä, on toiminnan kurinalaisuus. Six sigma-ajatusmallin avulla yritykseen koulutetaan menetelmäasiantuntijoita, jotka opettelevat suuren määrän erilaisia ongelmanratkaisumenetelmiä ja työkaluja ja heitä opetetaan hyödyntämään sopivia menetelmiä eri ongelmatilanteissa. Six sigma -projektien läpivienti on hyvin kurinalaista, sillä työkalujen käyttökohteet ja -vaiheet on tarkasti määritelty. Six sigma -menetelmällä saadaan aikaan parhaita tuloksia, kun menetelmää sovelletaan koko tuotantoketjuun. Organisaatioiden rajat ylittävien kehitystiimien avulla voidaan tehokkaasti häivyttää prosessien välisiä rajapintoja. Six sigma soveltuu parhaiten samanlaisina toistuviin palvelu- ja tuotantoprosesseihin, sillä tällaisista prosesseista saadaan paljon tilastotietoa ja tiedon analysointi on helppoa. Kuitenkin Six sigma -menetelmää on menestyksekkäästi sovellettu monenlaisten liiketoimintaprosessien parantamiseen. (Ihalainen & Hölttä. 2001, ss. 39, 41-45, 57)

Six sigmaan on omaksuttu TQM:stä kolme keskeistä käsitettä. Nämä ovat: jokainen henkilö yrityksessä on vastuussa organisaation tuottamien palveluiden ja tuotteiden laadusta, johtamista koskevia päätöksiä tehtäessä keskitytään asiakastytyväisyyteen sekä panostaminen työntekijöiden koulutukseen. (Thompson et al. 2007, ss. 572-573)

Six sigman olennaisena ajatuksena on ryhtyä käyttämään mittauksiin perustuvaa työskentelytapaa. Jotta Six sigma -menetelmä toimii yrityksessä, sen juurruttaminen organisaation kulttuuriin ja työntekijöiden päivittäisiin rutiineihin on tärkeää. Johdon koulutus on lähtökohta, sillä pelkkä johdon tuki menetelmälle ei riitä, vaan sen tulee johtaa prosessia. Six sigma toteutetaan projektina ja ennen projektityötä on tärkeää valmistautua siihen huolellisesti. Six sigma on strategisten tavoitteiden saavuttamista edistävä menetelmä, kun tavoitteet on selkeästi mitattavissa ja yritysjohto panostaa niihin. Mittareita tulee hyödyntää enemmän tulipalojen ehkäisyyn kuin sammuttamiseen. Monessa yrityksessä prosessien parantaminen ei saavuta konkreettisia tuloksia, koska muutosten dokumentointi ja niiden tulosten mittaaminen laiminlyödään. (Karlöf et al. 2009 s. 243-245)

3. TOIMINNAN NYKYTILAN KARTOITUS

Tämän kappaleen tarkoituksena on piirtää lukijalle kuva tutkimuksen kohteena tarkasteltujen rajapinnat ylittävien toimintojen monimuotoisuudesta. Valmistustyötä edeltää monen eri osaston toimintaprosessien kohtaaminen. Rajapintoja ylittävät toiminnot edellyttävät joustavuutta ja hyvää yhteistyökykyä. Tähän kappaleeseen on koottu eri henkilöiden kuvauksia omista tai oman osaston työtehtävistä ja vakiintuneista työskentelykäytännöistä.

Lähdeaineistoa rajapintojen toiminnasta on kerätty henkilöhaastattelujen lisäksi toimintaohjeista eli proseduureista, osastokohtaisista prosessikaavioista ja yrityksen sisäisistä tiedotuslehdistä. Tässä kappaleessa kuvattu tutkimusaineisto tarkentaa omalta osaltaan kappaletta *1.1 Yrityskuvaus*.

Tutkimuksen haastatteluaineiston kerääminen on pääasiassa toteutettu vapaamuotoisina henkilöhaastatteluina, joissa haastattelija on esittänyt vain muutamia tukikysymyksiä haastattelun etenemiseksi. Tutkimusaineistoa varten on haastateltu henkilöitä tuotannonsuunnittelusta, suunnittelusta, projektiorganisaatiosta, varastosta ja tuotannosta. Haastatteluaineistosta on koottu seuraavat toiminnot kuvaavat tekstikokonaisuudet. Kohdeyrityksen toiminnan nykytilaa tässä tutkimustyössä on analysoitu tämän kartoituksen pohjalta.

3.1 Suunnittelun rooli tietovirrassa

Suunnitteluosasto laatii valmistettavasta rakenteesta lujuuslaskennan, luokkakuvat, työ kuvat ja rakennustapaesityksen sekä materiaalistaukset ja polttotiedot. Luokituskuvasuunnittelija ja projekti-insinööri hoitavat luokituskuvasuunnittelun etenemisen. Suunnittelija tekee kuvan ja projekti-insinööri, joka tuntee rakenteiden lähtötiedot, vastaa kuvien sisällöstä ja tarkistuksesta.

Luokkakuvat on aiemmin tehty pääasiassa AutoCad-kuvina ja työkuvasuunnittelu on lähtenyt liikkeelle luokkakuvan pohjalta. Mallin rakentaminen on aloitettu puhtaalta pöydältä. Tällä hetkellä luokkakuvat tehdään suurelta osalta Aveva Marine-ohjelmalla ja tämän uudistuksen myötä työkuvasuunnittelun alkaessa malli on jo hyvässä valmiusasteessa. Tämä helpottaa kuvien osittamista työvaiheiden mukaisiksi kokonaisuuksiksi.

Luokkakuvasuunnittelu on nykyään jo niin tarkkaa, että työkuvasuunnittelu on suurelta osalta luokkakuvan puhtaaksi piirtämistä. Työkuvasuunnittelija tekee rakenteesta myös mallinnusohjelmalla mallin, josta nestäaja saa pohjatiedot omalle työlleen. Suunnittelussa on käytössä kaksi mallinnusohjelmaa Aveva ja Inventor. Mallinnusohjelman valintaan vaikuttaa esimerkiksi millaisessa muodossa suunnittelun lähtöaineisto on toimitettu.

Työkuvasuunnittelusta on vastuussa työläjin pääsuunnittelija yhdessä kuvasuunnittelijan kanssa. Heidän vastuullaan on ratkoa työkuvia koskevat ongelmatilanteet. Projektinsinööri ei puutu työkuviakiertoon. Aiempana toimintatapana on ollut, että kokonaisen rengaslohkon työ kuvat on julkaistu kerralla. Tämä on ollut suunnittelijoille ja nestaaajalle suuri urakka. Nestaaajan työkuorma on kiinteä osa kuvien julkaisemista, sillä polttotyö pääsee käyntiin vasta nestien julkaisun jälkeen.

Yleisesti ottaen yksittäinen suunnittelija ei juuri kommunikoi suunnittelutoimiston ulkopuolelle vaan hän kommunikoi työläjin pääsuunnittelijan ja projekti-insinöörin kanssa. Työkuvasuunnittelijalla voi kuitenkin olla sellaisia tietoja rakenteesta, joita ei näy kuvissa. Työkuvasuunnittelijan tulee tällaisessa tilanteessa olla yhteydessä projekti-insinööriin ja myös tuotantoon.

Rakennustapaesitys laaditaan Inventor-ohjelmalla suunnittelun toimesta projektin tarjousvaiheessa mietityn rakennustapaehdotuksen pohjalta. Tarjousvaiheessa laadittu rakennustapaehdotus on laadittu tuotannonsuunnitteluun kuuluvan rakennustapainsinöörin toimesta ja rakennustavan laatimisen tiimoilta kohdeyrityksessä järjestetään palaveria vaihtelevasti.

Nestaaaja on henkilö suunnitteluosastolla, joka sommittelee kuvien levyosat teräslevylle Aveva Marine suunnitteluohjelmassa. Nestaaaja voi saada lähtöaineiston suunnittelusta kahdessa eri muodossa. DXF-muotoon tallennettu Autocad-kuva tai näkymä Inventor-mallista on työläämpi versio suunnittelijan antamasta lähtöaineistosta. Nestaaaja saa DXF-tiedostosta osien geometrian ja hän naputtelee tiedot osa kerrallaan Aveva Marine-ohjelmaan eli hän mallintaa osat uudelleen toiseen ohjelmaan. Jokainen osa pitää nimetä erikseen ja tallentaa osat ohjelman osapankkiin. Vasta näiden toimien jälkeen nestaaaja voi aloittaa nestauustyön. Nosto- ja varusteluosien aineistot ovat perinteisesti olleet DXF-tiedostoina.

Mikäli osat on mallinnettu valmiiksi Aveva Marine mallinnusohjelmaan, nestaaaja saa suunnittelijalta valmiin excel-muotoisen nestaaajalistan. Nestaaajalista sisältää osien koot, vahvuudet, viisteet ja osien kutsut. Tällöin osat ovat olemassa Aveva Marine -ohjelman osapankissa ja nestaaajan tehtävänä on poimia valmiiksi nimetyt osat. Nestaaaja aloittaa työnsä luomalla nestipohjan, jolle hän antaa yksilöivän nestinumeron ja tarvittavat materiaalitiedot. Nestaaaja tarkistaa millaisen levyn hän tarvitsee ja mitä osia mahtuu levyille.

Nestaaajat ylläpitävät omassa käytössään listaa projektille ostetuista levyistä, sekä nestauksesta ylijääneistä jäännöslevyistä. Levyjen seurannasta on suunnitteluosastolla olemassa työohjeistus nimeltään *Levylista ja sen käyttö* (QMS-ENG-4203). Tässä työohjeessa nestaaaja neuvoo, että jokaisen työläjin vastuusininöörin tulee toimittaa nestaaajalle Section-lista eli osaluettelolistaus työläjiin tilatuista levyistä. Section-listaan

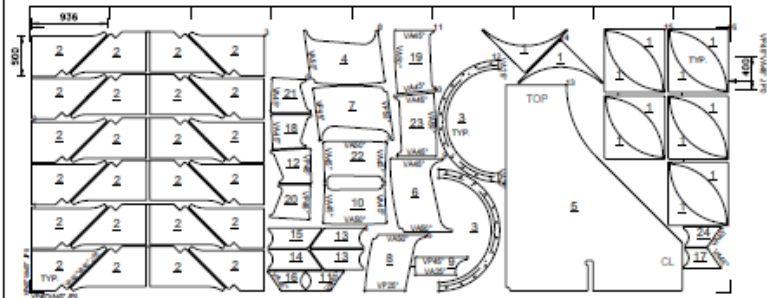
tulevista muutoksista ja lisätilauksista tulee myös ilmoittaa nestaajalle ja muutokset tulee kirjata nestaajan excel-listaan.

Nestaaja tarkistaa omasta kirjanpidostaan sopivan levyn ja varmistaa levyn saatavuuden varastomieheltä. Nestaaja pitää tärkeänä oman listan ylläpitämistä, sillä näin hän pysyy parhaiten ajantasalla levyjen tilanteesta, eikä tuplanestausta samalle levyille pitäisi päästä tapahtumaan. Projektiin tilatut levyt on niin sanotusti korvamerkittyjä, eli tiettyä rakennetta varten tilattuja ja jäännöslevytkin voivat olla etukäteen tiettyyn rakenteeseen varattuja. Varastomies merkkää omaan listaansa minkä levyn nestaaja on ottanut käyttöön. Molemmat osapuolet ylläpitävät omaa listaansa excelissä.

Levyosaluettelosta näkee mistä levystä nestit poltetaan. Lean-ajatuksen mukaisesti jäännöslevyjä yritetään välttää ja näin ollen levy pitäisi aina nestata kerralla täyteen. Käytännössä jäännöslevyjä jää usein. Jäännöslevyjen nestinumeroon lisätään merkintä -1. Esimerkiksi nestille 0000 jäännöslevyn nestinumero on 0000-1. Jos jäännöslevyyn nestataan osia ja siitä jää edelleen jäännöslevyä, levyille annetaan nestinumero 0000-1-1. Ykkösten määrästä voidaan nähdä, montako kierrosta nestauksia samaan levyyn on tehty.

Suunnitteluosaston työohjeessa nimeltään *materiaalien varaus/ material take off* (QMS-ENG-4001) mainitaan, että alihankinnassa tehtävät levyjen poltot tulisi olla tiedossa, jo materiaalin varausvaiheessa, jotta tällaiset levyt tiedetään pitää erillään omassa yrityksessä poltettavista levyistä. Näin voidaan välttää eri osoitteissa tehtävien polttojen nestaukset samaan levyyn.

Nestaajan varaama levy on Aveva Marine -ohjelmassa kuormitettu-tilassa. Levyn valinnan ja varauksen jälkeen nestaaja voi alkaa kutsumaan osia levyille. Nestaajan pyrkimyksenä on sommitella osat levyille limittäin, jotta hukkaa jää yli mahdollisimman vähän, kuten työohjeessa nimeltään *nestausohjeita* (QMS-ENG-4201) neuvotaan. Osien väliin jätetään sillaksi kutsuttu väli ja osien sommittelun tuotos on nimeltään polttokartta. Nestaaja verifioi nestin, jonka jälkeen nestiin tulee polttoura näkyviin. Tässä vaiheessa nestaaja tarkistaa nestin, sillä muutokset ja korjaukset on vielä helppo tehdä. Verifioinnin jälkeen nestaaja siirtyy ohjelmassa scetch -näyttöön, jossa ohjelma hakee nestiin sopivat raamit. Scetch -näkyvässä voi tarkastella osiin liittyviä tärkeitä mitta ja tunnistetietoja. Tarkistuksen jälkeen nestaaja luo Aveva marine-ohjelmassa .tap tallennusmuotoon tallennettavan polttotiedoston eli nestin.



Kuva 16. Nestissä levyille sommitellut osat muodostavat polttokartan.

Nestaaja kirjaa käsin käyttämäänsä ohjelmaan, mitkä nestit kuuluvat samaan levyosaluetteluun. Levyosaluettelon osien listaamiseen käytetään vanhaa ohjelmaa, jonka on koodannut vuosia sitten eräs kohdeyrityksen työntekijä. Tämä ohjelma listaa nestissä olevat osat levyosaluetteluun ja kokoaa tiedot yhteen sekä laskee poltettavien osien yhteispainon. Nestaaja tarkistaa vielä kerran, että levyosaluettelo ja nesti sisältävät samat tiedot.

Osaluettelon N:o LE5510S21400102				Rev. A	Projekti: Projekti XXXXX
Laatija/pvm VGRE 25.2.2016				Valmiste: M1 & M2 & M3 E5-10-DD-S214-	
MATERIAALIT *****					
Levyn koodi Mitat	Laatu			Jäännös N:o Mat. tyyppi	Poltto-ohje
31238 18	*2800	*10000	S420G2M	0	PE5S10000146
31238 18	*2800	*10000	S420G2M	0	PE5S10000147
31289 20	*3300	*8700	S420G2M	0	PE5S10000126
31265 20	*3300	*10500	S420G2M	0	PE5S10000127
31265 20	*3300	*10500	S420G2M	0	PE5S10000130
31265 20	*3300	*10500	S420G2M	0	PE5S10000131
31289 20	*3300	*8700	S420G2M	0	PE5S10000137
31243 25	*3200	*10500	S420G2M	0	PE5S10000119
PE5505000120-1-1 25	*2380	*5285	S420G2M	1	PE5S10000120
31237 25	*3200	*9500	S420G2M	0	PE5S10000143
31236 25	*2800	*10000	S420G2M	0	PE5S10000144
31236 25	*2800	*10000	S420G2M	0	PE5S10000145
31242 28	*3200	*7750	S420G2M	0	HE5S10000113

Kuva 17. Esimerkki levyosaluettelosta.

Nestaaja siirtää nestitiedot ja levyosaluettelon väliohjelman avulla Nestix-ohjelman puolelle saatuaan osaston sisäisen tarkistuskierroksen jälkeen luvan siirtotoimenpiteelle. Nestaaja pitää yllä omaa excel-kirjanpitoa, milloin hän on siirtänyt nestit eteenpäin. Nestaaja tarkistaa vielä kerran rivi riviltä onko kaikki osat siirtyneet Nestixiin, sillä siirto-ohjelma on niin herkkä, että rivit eivät siirry, jos rivillä on esimerkiksi ylimääräinen välilyönti. Nestaaja tallentaa sovittuun Issued-nimiseen projektikansioon juuri luodut tiedostot ja ilmoittaa suunnittelun vastuunsinöörille eli lead:ille, että tiedostot on tallennettu. Samoin nestaaja ilmoittaa tuotannonsuunnitteluun, että rivit on siirretty Nestixiin ja hän lähettää nestit ja levyosaluettelot sähköpostilla tuotannonsuunnittelijalle. Nestaaja tekee paljon yhteistyötä tuotannonsuunnittelun ja työnjohtajan kanssa.

Nestaaja voi vapauttaa nestit Nestix-järjestelmän puolelle eli tuotannonsuunnittelijalle tarkastettavaksi jo ennen kuvien ja nestien virallista dokumenttivalvojan (document controller) suorittamaa julkaisua. Tämä on hyvä asia, sillä tuotannonsuunnittelun tarkastuksen yhteydessä on mahdollista löytää virheitä, jos niitä on jäänyt nestiin. Kun virhe löytyy nestistä tässä vaiheessa, korjaustoimenpiteet tehdään ilman revisiointejä. Tuotannonsuunnittelu saa työkuvat vasta virallisen julkaisun yhteydessä. Jos nestissä oleva virhe löytyy kuvan virallisen julkaisun jälkeen, silloin kuva ja nesti revisioidaan eli julkaistaan uudelleen uudella revisiotunnuksella. Mikäli nesteissä pääsee virheitä polttokoneelle asti, osat poltetaan niin sanotusti susiksi ja pahimmassa tapauksessa osia varten pitää tilata uudet levyt, jotta oikeanlaiset osat saadaan poltettua.

3.2 Projekti-insinöörin ja laatuosaston roolit tietovirrassa

Projekti-insinööri on kohdeyrityksessä usein yhtä kuin työläji-insinööri (discipline). Työläji-insinöörin tehtävä on hoitaa suunnittelulle lähtötiedot. Hän pitää suunnittelukatselmuksia (design reviews) aihealueittain suunnittelun kanssa varmistaen näin täsmällisen ja tehokkaan tiedonsiirron (GEN-ENG-004). Työläji-insinööri voi olla suoraan yhteydessä suunnittelijaan tai sitten hän kommunikoi pääsuunnittelijan (lead) kanssa, joka kommunikoi tiedot omalle alaiselleen.

Työläji-insinööri ja pääsuunnittelija ovat vastuussa, että projektin materiaalit täyttävät teknisen erittelyn (technical specification) vaatimukset ja materiaalitoimittajien sopimukset. Työläji-insinööri ylläpitää omaan työläjiinsä tarvittavista materiaaleista materiaalirekisteriä. (QMS-ENG-4001)

Levyjä voidaan tilata levyn toimittajilta ilman pohjamaalausta tai valmiiksi pohjamaalattuna. Kohdeyrityksessä suoritettavaa pohjamaalausta rajoittaa esikäsittelyvaiheessa käytössä olevat koneet ja laitteet. Laitteisiin liian leveät levyt tilataan valmiiksi pohjamaalattuina.

Työläji-insinööri on vastuussa MTO (Material Take Off) dokumentista, joka on listaus valmistukseen tarvittavista materiaaleista. Materiaalilistaus sisältää esimerkiksi levyjen ja profiilien määrät ja koot. Projekti-insinööri tietää materiaalivaatimukset, standardit ja laskentatulokset, joiden mukaan materiaali määritellään. Projekti-insinööri hoitaa MTO dokumentin ja tilaukseen tarvittavat tiedot osto-osastolle. Hän on myös yhteydessä asiakkaan suuntaan ja pyytää tilausasiakirjoja laitteista ja materiaalista, jotka asiakas on tilannut ja jotka tullaan lähettämään kohdeyritykseen.

Kohdeyrityksen erään projektin projektikohtaisesta dokumentoinnista löytyy toimintaohje 76-PP-A-157-00001-A (asiakkaan numero GN-HB-FA0100-TPH-P14-00001-00-A), jossa on selvennetty asiakkaan toimittamiin laitteisiin (CFE) liittyviä vaatimuksia. Tämän asiakirjan kohdasta neljä (4) selviää, että lista kohdeyritykseen saapuvista asiakkaan toimittamista projektikohtaisista laitteista tulee löytyä teknisen erittelyn liitteistä.

Kohdeyrityksessä ei ole olemassa systeemiä, jonka mukaan suunnittelusta tai projektitiimiltä toimitettaisiin automaattisesti tietoa varastolle. Projekti-insinööri ja suunnitteluosasto hyödyntävät varaston ylläpitämää excel-listaa varastosaldoista ja tarkistavat listalta vapaita materiaaleja. Tämä siksi, että varaston ylläpitämä excel-lista on paremmin ajantasalla kuin MARS-järjestelmän varastosaldot.

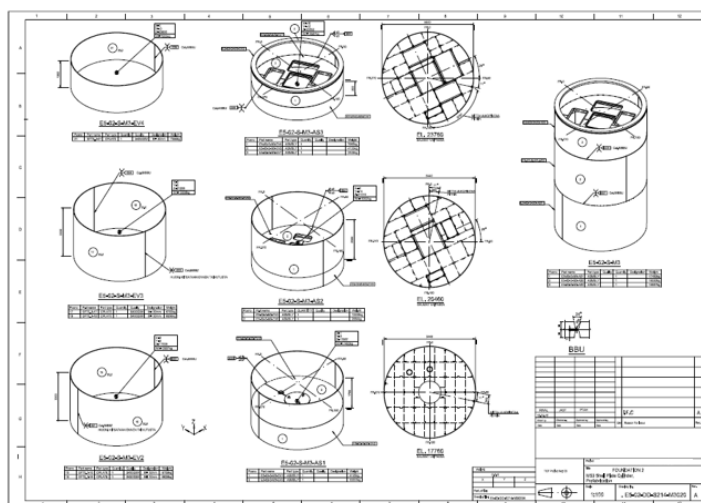
Vastaanotetusta materiaalista projekti-insinööri saa tiedon MRR-raportista, jonka varasto lähettää sähköpostilla. Laatuosasto (QA eli Quality Assurance) vastaanottaa materiaalien sertifikaatit tavaran lähettäjältä joko postin tai sähköpostin välityksellä. Laatuosasto tarkistaa sertifikaatit ja yhdistää ne MARS-järjestelmässä oleviin materiaaliriveihin.

Järjestelmä lähettää ilmoituksen tekniselle käsittelijälle (technical handler) materiaalin hyväksymistarpeesta. Tekninen käsittelijä on sama henkilö, joka on alun perin tehnyt tilausehdotuksen eli käytännössä projekti-insinööri. Kun hyväksyjänä toimii tilausehdotuksen laatija, silloin kyseisellä henkilöllä on hyvä käsitys tilauksen sisällöstä. Hän tarkistaa tuloutetut ja sertifikaateilla täydennetyt materiaalityypit ja hyväksyy materiaalit tuotantoon. Materiaali ei vapaudu varastosta tuotannon käyttöön ennen kuin projekti-insinööri käy hyväksymässä materiaalin MARS-järjestelmässä. Prosessi menee niin, että varasto tekee vastaanottotarkastuksen, tulouttaa eli kirjaa vastaanotetuksi ja ilmoittaa projekti-insinöörille. Laatu liittää materiaalille sertifikaatit ja järjestelmä vaatii hyväksynnän, jolloin projekti-insinööri käy hyväksymässä materiaalityypit järjestelmään.

Joskus kiireellisissä tilanteissa voidaan joutua oikaisemaan prosessia. Tällöin vertailut tehdään etukäteen asiakirjojen välillä. Näin materiaali saadaan nopeasti saapumisen jälkeen tuotantoon. Tämä onnistuu, mikäli sertifikaatit ja rahtikirjat on vastaanotettu ennen tavarantoimitusta.

3.3 Kuvaus tuotannonsuunnittelusta kohdeyrityksessä

Tuotannonsuunnittelun työskentely tutkittavassa prosessissa käynnistyy, kun tuotannonsuunnittelija saa sähköpostilla dokumenttivalvojalta viestin, joka sisältää linkin suunnitteluaineiston hallintaan käytettävään tietokantaan (PDB, Project Data Base). Tuotannonsuunnittelija vastaanottaa tuolloin aineiston työkorttia varten eli virallisesti julkaistut kuvat, nestit, katkaisulistat ja MARS-luettelot sähköisessä muodossa.



Kuva 18. Esimerkki työkuvasta.

Tuotannonsuunnittelun tehtävänä on varmistaa työn edellytykset. Tuotannonsuunnittelija tarkistaa ja käsittelee Nestixin rivit Order input -nimisessä näkymässä. Nestix-järjestelmässä on osajohdusta ajatellen tärkeä kenttä nimeltään määränpäättönnä (MP). Tähän kenttään on tärkeä kirjata seuraavan työvaiheen koodi. Koodi tulee olla näkyvissä

sekä saattokortissa että nestissä, jotta osa jatkaa poltosta suoraan jatkavaan työvaiheeseen, eikä kierrä esimerkiksi polton ja koneistuksen välissä turhaan varaston kautta.

Tuotannonsuunnittelija tarkistaa järjestelmästä, että levy on vastaanotettu, materiaalin sertifikaatti on saatu toimittajalta ja levy on hyväksytty. Vastuualueinsinöörin tulee hyväksyä Nestixissä levyn laatu, sillä levy on *siirto varastoon* -tilassa ennen hyväksyntää ja käytännössä levy on tuotannon käytettävissä vasta hyväksynnän jälkeen. Hyväksynnän puute ei ole este nestäajalle, vaan hän voi varata levyn nestattavalle työlle heti materiaalin tilaamisen jälkeen, vaikka levy ei ole fyysisesti tontilla. Tuotannonsuunnittelijan käsiteltä Nestixin rivit, hän vapauttaa levynpolttotiedostot työnjohtajan käsiteltäväksi.

Tuotannonsuunnittelija tekee profiilien nestauksen. Profiiliosien suhde levyosien määrään isossa valmistusprojektissa on noin 35 prosenttia. Profiiliosien nestaus tapahtuu Nestix-ohjelman Profile-nimisen modulin näytöllä, jossa tuotannonsuunnittelija tekee profiiliosien optimoinnin eli kangelle sijoittelun. Tuotannonsuunnittelija saa suunnittelusta lähtötietona profiiliosat, jotka löytyvät mallinnusohjelman osapankista. Profiiliosien nestauksen tuotoksena Nestix-ohjelmasta voidaan ajaa profiiliosien katkaisulista.

Tuotannonsuunnittelija laatii työkortin ja sen liitteet. Työkortin liitteenä julkaistavia materiaalinhakulistoja eli pyyntilistoja on kahdenlaisia, riippuen siitä minkä ohjelman kautta materiaalihallintaa hoidetaan. MARS-varastomääräin on nimeltään DRL (Delivery Request List). MARS-varastomääräin tehdään MARS-tietokannassa standarditavarana tilatuille materiaaleille. Nestix-järjestelmän kautta tuotetaan levyille ja profiileille osaluettelolistaus (section list), joiden perusteella laaditaan saattokortit.

Työkorttipaketista ilmenee kaikki työn suorittamiseen tarvittavat tiedot. Tuotannonsuunnittelija luovuttaa tuotantoinsinööreille nipun papereita, jotka sisältävät työkortin ja sen liitteet. Valmistuksen prosessikuvauksessa (QMS-CON-002-PDS) työkortin ja sen liitteiden sisällöksi luetellaan seuraavat tiedot:

- työkortti
 - osasto/kuormitusryhmä
 - työn kuvaus
 - tuntiarviot
 - työn vaativuusluokka (TVR)
 - ajoitus ja vaiheen kesto
 - piirustusluettelo
 - varastomääräimet
 - puolivalmisteet
 - muualta tulevat osat
- työkortin liitteet
 - piirustukset ja nestit
 - hitsiluettelot
 - osaluettelot

- saattokortit
- varastomääräimet
- erikoisohjeet

Varastomääräimessä ilmoitetut tiedot kuten materiaalikoodit ja määrät ovat peräisin osaluettelosta. Haastatteluaineiston mukaan tuotannonsuunnittelu odottaa yleensä, että työtä varten on olemassa kaikki aineisto ja materiaalit ennen työkorttien julkaisua. Joskus työkortti ja sen liitteet voidaan viedä tuotantoon etukäteen, vaikka jotain materiaalia ei ole vielä vastaanotettu. Tuotannonsuunnittelu haluaa pitää tuotannon tietoisena tulevista töistä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Näin toimitaan silloin, kun tuotanto-osaston tiedetään jo odottavan kyseisiä työkortteja. Mikäli puuttuva materiaali ei ole este työn aloitukselle, tuotanto on toisinaan voinut aloittaa työn työkorttipaketin saatuaan.

Tuotannonsuunnittelu tarkistaa varastolta materiaalien vastaanottotilanteen, mutta on muissa merkeissä harvoin yhteydessä varastoon. Joskus voi olla kiireellisiä tilanteita, jolloin tuotannonsuunnittelija pyytää levyosaluettelon mukaisen levyn varastolta polttohalliin. Vakiintuneena käytäntönä kuitenkin on, että työnjohtaja pyytää levyt varastosta polttoon työkortin saatuaan.

MARS	LMCS	R420 Delivery Request List				User: JMA	Date: 02.07.15
E2	Projekti XXXXX				Page: 1 of 2		
DRL No.13335 Activity: 637100				DIT5502 Connector assembly +/-: 0		Prod.Grp: 12310	
Delivery Place: MATAALA				Foreman: J.JOKUNEN		Status: CLO	
Delivery Date: 02.07.15				Note: WO 82679 DILT4/DIT5502 CON		Initials: JMA	
Sys.No.	Item No.	Material No.	Description	POS			
Part	Drawing No.	Line	Dimension	Type	Pur. No.	Pos.	
Unit	Req. Qty.	DPL Qty.	Weight	Qty/Length/Breadth/Unit			
218520	E237DDS21402300-1	D	FRAME STRUCTURE PREFABRICATION 4			X -	
01	E2-37-DD-F210-06000	10					
PCS	1	1	0 KG				
///							
400CFI	400CFE29729	P	HUB SUPPORT PORCH HCS-R 6"-6" (135)			XXX	
02	E2-37-DD-F210-06000	20	ITEM 4500670696-100-012				
PCS	1	1	1112 KG				
///							
MR 103-M							

Kuva 19. Esimerkki MARS-varastomääräimestä eli DRL-listasta.

SAATTOKORTTI									
Sivu: 1 / 1									
Tulostettu: 13.5.2016 10:03									
JTK: 85198									
LEVY		LAVATUNNUS							
Osaloikko	Plinustusno	Osanno	Kpl	Paino	JTK	Osainfo	OTT	Varastopaikka	MP
02S-214	E502S214M1020	2	1	7662,0	85198	E5, F02, M51, LIERIÖLEVY, ALA TUMMI	E5-02-S-M1-AS3-EV11	HVV	MU
			1	7,6					

Kuva 20. Esimerkki Nestix –saattokortista, jossa tärkeä osaseurantatunnus on kentässä OTT.

R921 Job List		User: JMA	Date: 09.03.16
		Page: 1 of 1	
Project: E5	Projekti XXXXX	WORK ORDER	
WO.No: 84925 Ver.		Plan Qty: 1	
Draw.No:		Int.Wo.No: 95055600	
Draw.Descr.:		Released for production	
Descr: E5, MS1, SISÄPUOLISET POLVIOT	Parent:	Status:	Plan Finish: 03.03.16
Sys.No: 620020	Plan By: JMA	Plan Start: 25.02.16	
Activity: 6F05MS1030	DER		
Work:			
Pos	Dep.	Prod.Grp.	Activity
	Address	Project:	Type
20	22	12220	6F05MS1030
		JMA	Normal Work
			Setup/Piece
			Total Hours
			177.00
			Start
			Finish
			177.00 02.03.16
			09.03.16
			DRL No.
			LG low/up
			6/8
			Op.No.
			2293499
			Sal. type
			300
			
0 0 0 8 4 9 2 5 0 0 2 0 0 0 0 K			
Descr.: HITS AUS			
Work: 9.2.2016			
E5 Projekti XXXXX			
F05 MS1 SISÄPUOLISET POLVIOT, 24KPL			
HITSATAAN LEVYOSAT 20 JA 21 + TAIVUTETUT LATAT OSANRO 200			
PIIRUSTUS			
E5-05-DD-S214-M1-020			
ESIVALMISTEET			
E5-05-S-M1-AS3-EV2			
HITSAUKSET WPS:N MUKAAN			
HITSAAJAN TUNNUSTEN MERKKAUS OHJEEN MUKAAN			
TYÖALAKIEN PUHDISTUS			
SYNTYNEET ESIVALMISTEET ILMOITETAAN VARASTOON PIIRUSTUKSESTA TAI TYÖKORTISTA			
SISÄPUOLISET POLVIOT ASENNETAAN JA HITSATAAN TUMMIEN KOKOONPANO KORTILLA 84953			
Prefabricate: 24 E5-05-S-M1-AS3-EV2 A INNER BRACKET			
Req. drawings: 1 E5-05-DD-S214-M1-020B FOUNDATION 5 MS1 OUTER SHELL PLATES, VER.			
End of Report			

Kuva 21. Esimerkki tuotannonsuunnittelijan laatimasta työkortista.

Tuotannonsuunnittelijan huomio on, että Nestixiä kannattaa mieluummin käyttää osien ohjauksessa. Nestixissä on selkeät määränpäättynnykset (MP) ja jatkavan työkortin (JTK) numero näkyvissä. MARSissa ei ole juuri ollenkaan osaohjausta. Esimerkkinä profiili, joka pitäisi ohjata ensin sahaukseen ja sitten taivutukseen. Ensimmäinen tuotannonsuunnittelu tekee MARS-varastomääräimen profiilista sahaajalle, jolloin profiili menee sahaukseen. Samaa osaa ei voida poimia osaluettelosta kahteen kertaan eli ei voida tehdä toista varastomääräintä, jolla taivuttaja voisi saada sahatun profiilin taivutukseen. Nykyään tämä hoituu sisäisenä tiedonkulkuna eli tuotannonsuunnittelija kirjoittaa sahausvaiheen työkorttiin, että tämä sahattu osa taivutetaan. Tuotanto hoitaa osan siirtämisen järjestelyt oikeaan määränpäähän ilman varastomääräintä. On tilanteita, että tavaraa menee isoissa projekteissa paljon hukkaan varastosta haun jälkeen, kun osaohjausta yritetään hoitaa MARSin kautta.

Nestixin hyvänä puolena on, että sieltä näkee jatkavan kortin perusteella mitkä osat kuuluu kullekin työlle. Hyvänä asiana pidetään myös, että levyosaluettelo kerää Nestix -ohjelmassa nestit listalle. Huono ominaisuus on kuitenkin Nestixin listauksen

epäloogisuus, sillä nestit näkyvät listalla epäloogisessa järjestyksessä. Yleisesti olisi hyvä, että esimerkiksi saman lohkon tiedot olisivat listalla peräkkäin.

3.4 Kuvaus varaston toimintarutiineista ja työvaiheista

Haastatteluaineiston mukaan varaston tarvitsemalle tietovirralle ei ole olemassa selkeää toimintamallia, jonka tuloksena varaston tarvitsemat tiedot välittyisivät automaattisesti varastolle. Varasto saa talon sisällä tietoja ja asiakirjoja lähinnä pyytämällä oikeita asioita oikeilta tahoilta. Varaston tarvitsemat projektin tuottamat asiakirjat ovat: projektin proseduurit ja kopiot materiaali- sekä tavaratilauksista. Tilanteiden ennakointiin varasto kaipaisi selkeitä listoja projektiin suunnitelluista toimituksista ja niiden ennusteajoista. Tilanteiden ennakointiin voisi olla apuna myös esimerkiksi tunti- tai tonnimääräinen työnkuormituskuvaaja. Kuormituskuvaaja antaisi suuntaa siitä millaiseen ajankohtaan suurimmat materiaalin vastaanotot ajoittuvat. Varaston vastaanottamat asiakirjat ovat yleensä sähköisessä muodossa. Varastohenkilöstö ei nykyisen käytännön mukaan osallistu päivittäisen johtamisen aamupalaveriinhin.

Varastokirjanpito ja inventointi-toimintaohje (GEN-FAB-005) ohjeistaa, että vastaanottokirjaukset tulee suorittaa viiden työpäivän aikana materiaalin vastaanottamisesta. Kirjaukset tehdään MARS-järjestelmään, joka on kohdeyhteyksessä käytössä oleva materiaali- ja toiminnanohjaustietojärjestelmä (ERP-järjestelmä). MARS-järjestelmän kautta toteutetaan standarditavarana tilattujen materiaalien ohjaus. Osaluettelon pohjalta tehdyt tilaukset, jotka käsittelevät niin kutsuttuja projektimateriaaleja, siirtyvät vastaanoton jälkeen Nestixiin, jossa näiden materiaali-ohjaus toteutetaan. Vastaanotetun tavaratuloituksen jälkeen varasto laatii MRR -raportin (Material Receiving Report). Saapuneesta tavarasta lähetetään sähköpostitse ilmoitus projektin vastuuinsinöörille.

Talon ulkopuolelta vastaanotettavia tärkeitä asiakirjoja ovat rahtikirjat ja lähetyslistat. Kun tavaratoimitus vastaanotetaan varastoon, vastaanotettuja määriä verrataan rahtikirjan kollimääriin ja lähetyslistaan. Nämä dokumentit vastaanotetaan tavaratuloituksen mukana paperiversioina. Tämän jälkeen vastaanotettuja määriä verrataan järjestelmässä oleviin tilauksiin. *Materiaalin vastaanotto*-toimintaohjeessa (GEN-FAB-001) mainitaan rahtikirjan asianmukainen kuittaus ja kollilukupoikkeamien sekä havaittujen vaurioiden kirjaaminen rahtikirjaan, johon otetaan vielä kuljettajan kuittaus. Kolleihin merkitään saapumispäivä ja varmistetaan vastaanotetun tavaratuloituksen tunnisteen kuten tilaunumeron tai tuotekoodin avulla. Vastaanotetun tavaratuloituksen tunnuskoodein tarkastus ja mahdollinen merkkaukset suoritetaan vastaanoton yhteydessä *Materiaalin jäljitettävyyss*-toimintaohjeen (GEN-MTR-102) mukaan.

Jos tavaratuloituksen tilaajana on ollut joku muu taho kuin oman talon osto tai muu henkilökunta, silloin tilauksia ei löydy järjestelmästä. Tällaisista tavaratuloituksista pitää tehdä niin sanottu haamutuloitus. Varasto tekee haamutuloituksen tuloerittäin järjestelmään, osto

vahvistaa ja vapauttaa tilauksen tuloutettavaksi. Vastaanotettuja tavaroita verrataan tilauksiin, joko todellisiin tai haamutilauksiin. Vastaanotto kirjataan tilauksittain ja tuloerittäin. Varastolle tuottaa päänsäivää mikäli esimerkiksi toimitettavan laitteen, josta ei ole asianmukaisia papereita, mukana on paljon erilaisia osia. Varastolla ei välttämättä ole tietoa kuuluuko kaikki toimituksessa olevat osat yhteen laitteeseen tai yhteen työvaiheeseen. Toimitettavien tuotteiden yksilöivät tiedot eivät ole aina heti käytettävissä.

Materiaalin vastaanotto-toimintaohje kertoo, että materiaalit vastaanotetaan keskusvarastoon, jonne materiaali varastoidaan tai josta materiaali ohjataan muille varastopaikoille kuten esimerkiksi teräsvarastoon tai ulkovarastoalueille. Toimintaohjeessa luetellaan vastaanottotarkistuksessa tarvittavat asiakirjat, jotka ovat:

- rahtikirja
- pakkauksen sisällysluettelo
- proformalasku (ei virallinen lasku, joka ilmaisee miltä lasku tulee näyttämään)
- todistukset (jos saatavilla)
- tilaukset
- erittelyt
- saapumisilmoitus eli MRR-raportti (projektikohtainen)
- poikkeamaraportti eli OSD-raportti (projektikohtainen)
- muut mahdolliset projektikohtaiset erikoisohjeet
- materiaalin hallinta-toimintaohje (GEN-MTR-101)
- materiaalin jäljitettävyyss-toimintaohje (GEN-MTR-102)

Mikäli toimituksissa on havaittu puutteita tai poikkeamia, joko tilauksiin tai rahtikirjoihin nähden, varasto laatii OSD-raportin (Overage-Shortage-Damage) eli poikkeamaraportin. Ei ole poikkeuksellista, että terästehdas lähettää materiaalia useampia kappaleita kuin mitä on tilattu. Esimerkiksi projektiin on tilattu tuhat ”rautakankea” ja tehdas on lähettänyt kaksi ylimääräistä. Kohdeyritys ottaa ylimääräiset toimitukset vastaan, mutta tämä edellyttää, että projekti-insinööri käy päivittämässä tilausehdotuksen järjestelmään ja osto käy päivittämässä tilauksen, jotta varasto voi tulouttaa ylimääräiset kappaleet. Järjestelmä ei anna tulouttaa enempää kuin mitä on tilattu

Poltetut osat ja osavalmisteet toimitetaan varastoon saattokortin kera. Osavalmistetunnukset pitää luoda järjestelmään etukäteen, jotta varastoon toimitetut osat voidaan kirjata järjestelmämielellä oikeiden tunnusten alle. Haastattelusta nousee esiin odotus ohjelmapäivityksestä, joka helpottaisi materiaaliseurantaa, vastaanottokirjauksia ja varastosaldon ylläpitoa.

Materiaalin otto varastosta –toimintaohjeen (GEN-FAB-003) mukaan materiaalin tilaus varastosta tulee suorittaa kirjallisesti varastomääräimellä, DRL-listalla, materiaalihakulistalla tai muulla vastaavalla tositteella. Toimintaohjeen mukaan tositteet kokoa työnsuunnittelu tai materiaalin tarvitseva tuotanto-osasto ja tilauksen varastoon tekee tuotanto-osaston työnjohtaja tai hänen esimiehensä. Toimintaohjeen mukaan

materiaalien varastosta otot kirjataan MARS- tai Nestix-järjestelmään päivittäin. Materiaalihaun jälkeen teräslevyt lähetetään esikäsittelyyn. (GEN-FAB-003)

Varastomääräimellä, DRL-listalla tai materiaalihakulistalla suoritettu tilaus on tarkasti määriteltä suunnitelmallinen varastosta otto. Tavarantoilaaajan tulee tarkistaa, että lomakkeesta löytyvät seuraavat tiedot, jotka luetellaan Materiaalin otto varastosta-toimintaohjeessa (GEN-FAB-003):

- työnumero/korttinumero
- noudettava määrä ja yksikkö
- tavaranto yksiselitteinen nimitys (esimerkiksi koodi)
- allekirjoitus
- toimitusosoite (tapauskohtaisesti)
- ohjeet esimerkiksi pintakäsittelystä (projektikohtaisesti)
- toimitusaika (tapauskohtaisesti)

Haastattelussa käy ilmi, että varastosta tehdään myös suunnittelemattomiaottoja, eli kiireisissä tilanteissa voidaan joutua ohittamaan normaali prosessi ja projektipäällikön tai projekti-insinöörin toimesta kuvan tai muun hyväksytyn dokumentin avulla voidaan tavaraa noutaa varastosta.

KÄSIVARASTOMÄÄRÄIN		Tilaus varastosta		Työkortin nro	
Päivämäärä		Työnumero			
Nimike	Tilataan	Nimitys	Annettu	Yksikkö	Varastopaikka
Tilaaja	Antaja	Toimituspaikka			
Tilaaja merkitsee (x)		<input type="checkbox"/> d) apuaine <input type="checkbox"/> e) piirustus-/osaluettelovirhe <input type="checkbox"/> f) muu syy		2. Tilattava seuraavaan projektiin <input type="checkbox"/> Viite: (piirustus-/osanumero) _____	
1. Varasto-oton syy <input type="checkbox"/> a) suunnittelematon työ <input type="checkbox"/> b) materiaali kadonnut <input type="checkbox"/> c) otetaan laitoshuoltoon					

Kuva 22. Käsivarastomääräin -kortti, joka tulisi jättää varastoon tavaraa haettaessa, kun varastohenkilökunta ei ole paikalla.

Varastosta myös häviää tavaraa toisinaan. Näin tapahtuu esimerkiksi kiiretilanteissa kun tavaraa noudetaan varastosta toimistoajan ulkopuolella, eikä noutaja jätä viestiä siitä mitä haki ja minne haki. Omalupaista tavaranto noutoa ei ole kielletty, mutta tavaranto noutamisesta pitäisi jättää viesti varastoon aina, kun varastohenkilöstö ei ole paikalla. Varastossa on postilaatikko tällaisissa tilanteissa tiedon jättöä varten ja asiasta on olemassa kirjallinen ohje *Materiaalin otto varastosta-toimintaohjeessa*. Materiaaliseuranta onnistuu vain, mikäli materiaalin noutotiedot eli nimike tai nimitys ja käyttökohde löytyvät varastokirjanpidosta. Varastosta haetaan ja annetaan kiireellisen aikataulun takia jonkun verran järjestelmän ulkopuolisia hakuja.

Varastohenkilöiden tietoutta kokonaiskuvasta on lisätty. Varastohenkilö ei vain istu luukulla luovuttamassa tavaraa, vaan nykyään varastohenkilöt suorittavat hakulistan mukaiset keräilyt, tekevät kirjauksia ja poistoja järjestelmään sekä tilaavat noudettavalle

materiaalille kuljetuksen. Kuljetusosasto noutaa ja kuljettaa materiaalit annettuun määränpäähän.

Jos materiaalia haetaan varastosta liikaa, palautukselle on olemassa oma toimintamallinsa, josta kerrotaan *Materiaalien palautus varastoon*-toimintaohjeessa (GEN-FAB-004). Toimintaohjeessa sanotaan, että materiaalipalautuksen varastoon suorittaa tuotanto-osasto, joka on materiaalin aiemmin pyytänyt varastosta. Palautettavan tavaran määrittelystä ja materiaalin mukaan laitettavasta dokumentoinnista on vastuussa tuotanto-osaston työnjohtaja, joka valvoo materiaalin keräyksen ja lähetyksen varastoon. Toimintaohjeessa lukee, että palautus tulee suorittaa välittömästi työn valmistuttua ja palautuksen yhteydessä varastoon on toimitettava dokumentti, josta ilmenee:

- materiaalikoodi
- projektitunnus
- määrä ja yksikkö
- hyvitetävä työnumero
- palauttaja

Yrityksessä on ollut käytössä *Palautus varastoon*-lappu, joka on tarkoitettu toimitettavaksi varastoon ylimääräiseksi jäävien osien mukana. Haastattelujen perusteella kyseinen lappu tunnistetaan ”vaaleanpunaiseksi lapuksi”, mutta lappukäytäntö ei ole koskaan ollut laajamittaisessa käytössä. Varastolta noudettu ylimääräinen tavara ei välttämättä palaudu varastoon ollenkaan tai palautuu mahdollisesti ilman tarpeellisin tiedoin täytettyä paperia. Tämä lisää varastohenkilöstön turhaa työkuormaa, kun tavaran alkuperää ja muita tietoja pitää ryhtyä kyselemään. Ilman tunnistetietoja varastolle palautuva materiaali voidaan katsoa romutavaraksi, kun materiaaliseuranta on katkennut. Oikein täytettynä *palautus varastoon*-lappu on riittävä dokumentti tavaraa palautettaessa. Kohdeyrityksessä on ollut myös käytäntönä, että työnjohtaja varastoi ylijäämätavarat itse, mikäli hän tietää materiaalin seuraavan työvaiheen ja määränpään.

VARASTOMÄÄRÄIN			Palautus varastoon		
Tilausnumero	Päivämäärä	Työnumero	Työkortin nro		
Nimike	Palautettu	Nimitys	Palautettu	Yksikkö	Varastopaikka
Palauttaja	Vastaanottaja	Palautuksen syy			

Kuva 23. *Palautus varastoon -lappu eli ”se vaaleanpunainen lappu”.*

Lähetykset varastosta-toimintaohje (GEN-FAB-006) kuvaa materiaalien lähettämistä tehtaalta muille toimijoille. Materiaalin lähetykset ulos talosta tapahtuvat varaston toimesta ja toimeksiannot varasto saa työnsuunnittelusta, tuotannosta tai yksittäisiltä

vastuuhenkilöiltä. Toimeksiannot annetaan aina kirjallisina. Varastohenkilö laatii lähetyk- tai pakkalistan, rahtikirjan ja porttilapun, jolla tavara voidaan viedä kohdeyrityksen porttien ulkopuolelle. (GEN-FAB-006)

Varastohenkilöstön toiveena on, että varastossa liikkuisi vain varastohenkilökunta eikä varaston avaimia olisi monella käytössä. Tämä siksi, että materiaalin ”vapaata liikkuvuutta” pystyttäisiin rajoittamaan paremmin. Työntekijöiden tietoisuutta ja omatoimista tiedonhakua on viimeaikoina parannettu lisäämällä varastoon tietokoneita. Näiltä päätteiltä myös tuotannon edustajat voivat itse tarkistaa materiaalin saatavuuden ja missä se sijaitsee. Haastattelussa tulee esille toive, että työnjohtajat tarkistaisivat koneelta materiaalien saatavuuden, ennen töiden jakamista. Materiaaleja ja laitteita ei tule noutaa varastosta, mikäli työn tekemisen kannalta jotain materiaalia puuttuu. Laitteiden asennustyö on mahdollista suorittaa vasta, kun kaikki asentamiseen liittyvät osat on olemassa. Kärjistäen todettuna venttiilien asentaminen ei onnistu vaikka tiivisteet ja pultit ovat talossa, jos venttiilit puuttuvat.

3.5 Tuotannon alkupään työvaiheiden kuvaus

Tuotannon alkupää koostuu esikäsittely- ja polttotyövaiheista. *Esikäsittely-*toimintaohjeen (GEN-FAB-007) mukaan esikäsittelyn ensimmäinen vaihe on teräsmateriaalin peseminen kuumalla vedellä pesuhuuvassa ja kuivaaminen ennen sinkousta. Sinkous tarkoittaa materiaalin suihkupuhaltaamista teräsrakeilla vaadittuun puhtausasteeseen sinkopyöriä apuna käyttäen. Tämän jälkeen materiaali pohjamaalataan (shop primer) maalauskoneessa vaadittuun kalvonpaksuuteen molemmilta puolilta ja kuivataan kuivaushuuvassa. Esikäsittelylinja asettaa levyjen käsittelylle rajoitteen, sillä rullarata, pesukone ja sinko mahdollistavat maksimissaan 3500 millimetrin levyisten levyjen esikäsittelyn linjastolla. Materiaalimerkintöjen talteenotto on tärkeä vaihe ennen esikäsittelylinjalle ajoa, sillä tiedot kirjataan materiaaliin uudelleen maalauksen jälkeen. (GEN-FAB-007)

Pohjamaalaus on aikaisemmin kuulunut levyvaraston toimenkuvaan, mutta työ on siirretty vuoden 2016 alussa poltto-osaston vastuulle. Työvaiheen siirto osastolta toiselle on vielä opetus-/opetteluasteella. Tällä hetkellä osastot sopivat yhdessä maalausajoista ja levyvaraston työntekijät opettavat poltto-osaston työntekijöille pohjamaalauksen käytännön tilanteissa.

Materiaalin paloitteluun liittyviä työvaiheita ovat polttoleikkaus, sahaus, puhdistus ja reunajyrsintä. Paloittelutyövaiheessa käsiteltävät materiaalit ovat teräslevyä, teräsprofiilia tai putkea. Kohdeyrityksessä käytössä olevat polttokoneet ovat vesi-injektiovarusteinainen plasmapolttokone, happi-asetyleenikone, suuntaispolttokone, putkenpolttokone ja levyreunajyrsinkone sekä pienempiä käsipoltto-, käsijyrsin- ja viisteytyskoneita. Plasmalla poltettaessa levy asetetaan leikkausalustalle ja lasketaan veteen. Plasmakoneen polttopää leikkaa levystä polttokartan mukaiset osat

sulatusleikkausmenetelmällä. Plasmakone on ajallisesti tehokkaampi kun happikäyttöinen polttokone, mutta plasmalla pystytään polttamaan levyjä vain noin 25 millimetrin levyvahvuuteen asti. Paksut levyt poltetaan happi-asetyleenikoneella. Putken katkaisut tehdään putkenpolttokoneella. (QMS-CON-002-PDS)



Kuva 24. Vasemmalla plasmapolttokone, keskellä happi-asetyleenipolttokone ja oikealla suuntaispolttokone.

Työnohjattavuutta ja kapasiteetilaskentaa ajatellen polttokoneen kuormitusta, kapasiteettia ja toteutumatietoja toivotaan tulevaisuudessa pystyttävän seuraamaan tarkemmin. Nestixissä on tieto levyjen mitoista ja levyille tehtävistä toimenpiteistä esimerkiksi levyjen vahvuudet, polttouran pituudet ja viisteiden mitat. Työmäärään perustuen tuotanto tarvitsee tiedot polttokoneen kuormitustilanteesta verrattuna koneen kapasiteettiin, jolloin kullekin työlle saadaan arviovalmistumisaika. Numeeriseen dataan perustuvilla seurantatiedoilla pystytään paremmin kehittämään ja suunnittelemaan polttokoneen kuormitusta ja kapasiteetin riittävyyttä.

Poltto- ja esivalmistusosaston valmistavat työvaiheet lähtevät käyntiin tuotannonsuunnittelusta ja nestajalta saaduista aineistoista. Tuotannonsuunnittelija toimittaa paperiversiona työkortin ja sen liitteet tuotantoinsinöörille. Tuotantoinsinöörin vastuulla on olla ajan tasalla työkorttien tilanteesta. Hän jakaa tuotannonsuunnittelusta vastaanottamansa työkortit työnjohtajille ja käy töiden kiireellisyyttä läpi työnjohtajan kanssa. Työkortteja otetaan työnalle materiaalin saatavuutta ja työn kiireellisyyttä silmällä pitäen. Jos työkortin osoittamaa materiaalia puuttuu, työnjohtaja jättää työkortin yleensä pöydälle odottamaan kunnes kaikki työvaiheen materiaalit ovat talossa.

Työnjohtaja hakee materiaalihaun järjestelmästä, jonka tuloksena hän luo materiaalihakulistan. Hän tulostaa tiedot ja tekee tilauksen teräsvarastoon. Teräsvarasto tarkistaa materiaalin käyttövalmiuden ja kirjaa materiaalin luovutuksen omaan excel -kirjanpitoonsa. Vasta työnjohtajan käsiteltäviä rivit Nestixissä polttotiedot siirtyvät polttokoneelle työjonoksi. Työntekijöillä on omat osaamisalueensa, joten työnjohtaja organisoi työkortin työt ja jakaa työkortit alaisilleen.

Levyt kuljetetaan polttohalliin rullaratoja pitkin, vetomestarin pukilla tai trukilla. Isoissa projekteissa jäännöslevyjen kanssa on ollut ongelmana, että levyjä ei ole lähetetty heti

takaisin varastoon ja ne ovat tukkineet rullaradan. Jäännöslevyjä on jätetty rullaradalle odottamaan mahdollisia uusia nestejä. Tavoitteellinen tilanne on, että levyt voitaisiin käyttää saman tien kokonaan tai jäännöslevyt mahdollisimman nopeasti uudelleen. Tällöin levyjä ei tarvitsisi palauttaa varastoon ja välttyttäisiin turhalta levyn edestakaisin liikuttelulta.



Kuva 25. *Teräslevy rullaradalla matkalla varastosta polttohalliin.*

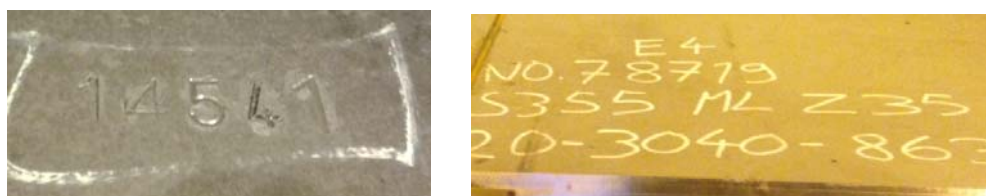
Työkortin ja Nestix-ohjelman polttotiedoissa on valmiina levyjen käsittelyn työvaiheet eli mille koneelle mikäkin levy on menossa työstettäväksi. Polttaja poimii materiaalihakulistan polttokoneella ja syöttää näkymään levyn tunnistetiedot. Sähköisesti polttokoneelle siirretty nesti sisältää polttokartan, jonka mukaan polttokone polttaa uraa teräslevylle. Polttokoneen käyttäjä valitsee oikeat nestit polttokoneelta, kun hän saa työnjohtajalta työkortin liitteineen. Levyosat poltetaan ja lavotetaan eli laitetaan osat nippuun kuljetuslavojen päälle.



Kuva 26. *Poltoista tulleita teräsosia lavotettuna kuljetuslavojen päälle.*

Poltto-osastolla järjestelylevyseppä hoitaa monia tehtäviä osien polttamisesta työn valmisteluun ja osien eteenpäin organisointiin. Hän hoitaa itsenäisesti tiedonkulkua seuraavien työvaiheiden osastojen kanssa.

Poltettuihin osiin kirjataan osan tiedot maalitussilla ja joskus ”ammutaan kovilla” eli stanssataan merkinnät painojäljiksi teräslevyn pintaan. Osiin voidaan lyödä kovilla esim. sulatetiedot jäljitettävyyttä silmällä pitäen. Osiin merkitään kuvanumero, osaluettelonumero, osanumero ja mahdollisesti paikka johon osa kuljetetaan. Jokaisella samanaikaisesti työllistävällä projektilla on oma merkkäusvärinsä. Merkkäusvärejä on tällä hetkellä käytössä kolme: keltainen, valkoinen ja vihreä. Nämä maalitussin värit erottuvat parhaiten levyn pinnasta.



Kuva 27. Vasemmalla levyyn stanssattu tunniste ja oikealla maalitussilla kirjatut osan tunnistemerkinnot.

Polttokoneen käyttäjä on aiemmassa haastattelussa yrityksen sisäiseen henkilöstölehteen (Henkilöstölehti No2 2013, s.15) kertonut, että pienten osien merkintä on iso työ ja aina on inhimillisen kirjoitusvirheen mahdollisuus. Samassa haastattelussa järjestelymies on todennut, että sähköinen tiedonkeruujärjestelmä helpottaisi materiaalivirran seuranta huomattavasti.

Jotta poltetut osat lähtevät oikeaan paikkaan polton jälkeen, polttokoneen käyttäjä tarkistaa saattokortista ja nestistä työvaiheketjun ja tuotannonsuunnittelun osille määrittämän määränpäätunnuksen ja kirjaa sen osiin. Jos osa on menossa polton jälkeen koneistukseen tämä pitää ilmetä työvaiheketjusta.

Tuotannossa on koettu ongelmaksi, jos nestistä puuttuu määränpäätunnus, sillä tällaisessa tapauksessa on käynyt niin, että osat on lähetetty poltosta suoraan varastoon. Määränpäätunnuksen puuttumisen koettiin kyseisessä tapauksessa aiheuttavan turhaa liikuttelua ja koneistajalle selvittelyä mitä osia koneistetaan. Kyseisestä tapauksesta ei kuitenkaan ole tiedossa ilmenikö kappaleiden koneistuksesta tieto työvaiheketjussa.

Poltettujen kappaleiden lavotus toteutetaan OTT-ohjauksen mukaan ja nipun päälle laitetaan saattokortti. Saattokortissa lukee osien tunnistetiedot. Polttoleikkaus ja railon valmistus-toimintaohjeessa (GEN-FAB-008) esitetään, että polttaja merkitsee polttokarttaan käytetyn levyn tunnistekoodit, jonka jälkeen polttokartta toimitetaan laatuosastolle. Polttopäässä tilataan lavotettujen osien kuljetus.

Kuljetusosasto kuljettaa lavotetut levyosat määränpäätunnuksen osoittamaan paikkaan tai hallin välivarastoon. Muut tavarat ja materiaalit, paitsi polttokoneelta tulevat materiaalit, on varastoituna keskusvarastoon. Työkalut on varastoituna työkaluvarastoon.

Tämän työn haastatteluaineistosta ilmenee, että aina kaikkia lavotettuja osia ei merkitä. Nipun päälle laitettava saattokortti pitää sisällään kaikki osia koskevat tiedot. Piirustusnumero, osanumero ja nestin tiedot. Poltetut osat varastoidaan yleensä välivarastoon. Joskus on tilanteita, että jatkavalta osastolta on saatu tieto osien kiireellisestä tarpeesta seuraavassa työvaiheessa. Tällöin polttohallin järjestelylevyseppä tilaa osien kuljetuksen suoraan määränpäähän ja välivarastoon lähetetään saattokortti, johon kirjataan tieto, että osat on toimitettu suoraan eteenpäin. Pienemmät osat kuljetetaan eteenpäin trukilla ja isot osat vetomestarin pukilla.

3.6 Esivalmistus-, osakoonti- ja kokoonpanotyön valmistelu

Esivalmistus-, osakoonti- ja kokoonpanotyövaiheissa järjestelymies on henkilö, joka noutaa tuotannon tarvitsemat materiaalit työpisteelle, jotta työ voi alkaa. Järjestelymiehestä käytetään usein myös nimitystä järjestelylevyseppä, sillä monet järjestelymiehet ovat olleet aiemmin levyseppinä. Kohdeyrityksessä on aiemmin työskennellyt noin kaksikymmentä järjestelymiestä, mutta nykyään heitä on enää yksi mies järjestelymiehen nimellä ja toinen, joka tekee muitakin kuin järjestelymiehen töitä. Järjestelymiesten määrä on lähivuosina vähentynyt eläköitymisen ja irtisanomisten vuoksi. Kohdeyrityksessä on suoritettu työn uudelleen organisointia tuotannollisista ja taloudellisista syistä.

Haastatteluaineistosta nousee esille kahdenlaista ajatusta järjestelymiesten tarpeellisuudesta tulevaisuudessa. Toisaalta on tuotu esiin, että järjestelymiesten vähentymisen myötä yrityksestä on poistunut paljon työkokemuksen kautta kertynyttä tietämystä sekä toimintavarmuutta, oma-alotteista ja ennakoivaa toimintaa, jolla on pyritty takaamaan työn sujuvuus. Samoin haastattelujen yhteydessä on todettu, että järjestelymiehet ovat tärkeässä roolissa tuotantoprosessin sujuvuutta tarkasteltaessa varsinkin mittavan kokoisten valmistusprojektien aikana. On niin ikään todettu, että järjestelymiesten vähyys vaikuttaa jo pienissä projekteissa, mutta isoissa projekteissa entistä enemmän työnjohtajan työhön ja toimenkuvaan. Ilman järjestelymiestä työnjohtaja kulkee itse hakemassa materiaaleja ja tavaroita. Toisaalta on esitetty toteamus, että järjestelymiehiä tarvitaan, jos ennakoiva osaohjaus ei toimi. Tältä kantilta asiaa katsottaessa yrityksen sisällä on esitetty toteamus, että järjestelymiesten suuri määrä on indikaatio osaohjauksen toimimattomuudesta.

Järjestelymies kuvaa työnsä olevan yrityksen sisäistä materiaalihankintaa. Järjestelymiehen toimintavapauteen ja työn sujuvuuteen vaikuttaa suurelta osin käytössä olevat apuvälineet ja kulkuneuvot kuten käytössä oleva trukki. Kun järjestelymies pystyy itse hakemaan tavaroita, pienten tavarakerien noutamiseen ei tarvitse tilata kuljetusosastoa apuun. Omatoiminen tavarankuljetus onnistuu varastosta ja suoraan polttohallista. Myös paikalliset pienten tavaroiden liikuttelut hallissa hoituvat kätevästi eikä kuljetusosastoa tarvitse kutsua paikalle tekemään siirtoja.

Järjestelymiehen työn kuuluisi lähteä liikkeelle työnjohtajalta vastaanotetusta työkortista ja sen liitteistä, joiden avulla varastosta noudetaan tavaraa. Haastattelussa on käynyt ilmi, että projektin aikana on toisinaan tilanteita, jolloin järjestelymies hakee itse tietoa tulevan työvaiheen materiaaleista ja tavaroista ennen virallista työkorttia, jotta työpistettä voidaan valmistella. Työkuvien julkaisun viivästyminen on yksi haastatteluaineistosta esiin nousevista työn alkamisen viivästymiseen liitettävistä asioista.

Järjestelymies hakee varastomääräimen avulla tavaraa keskusvarastosta ja saattokortin avulla hallin väliavarastosta. Varastomies kysyy materiaalien määränpäättä ja tilaa kuljetusosaston kuljettamaan järjestelylevysepän tilaamat materiaalit pyydettyyn paikkaan. Varastomies kuittaa järjestelmään, kun tavara on annettu varastosta.

3.7 Yhteistyö, tiedonkulku, kritiikkiä ja kehitystarpeita

Haastatteluissa on noussut esiin, että henkilöt, jotka osallistuvat säännöllisesti tuotannon järjestämiin päivittäisen johtamisen aamupalaveriiniin, ovat olleet tyytyväisiä tiedon kulkuun sekä mahdollisuuteen kertoa ja kuulla niin tuotannon nykytilasta kuin lähipäivien suunnitelmista. Palaverin kulusta vastaa tuotantopäällikkö. Palaverissa käydään hallikohtaisesti läpi onko työn etenemiselle esteitä tai puutteita. Tuotanto-osastojen esimiehet kertovat oman osastonsa meneillään olevista ja alkavista työkokonaisuuksista. Tuotannon puolelta haastatellut henkilöt ovat olleet erityisen tyytyväisiä noin puoli tuntia kestäviin aamupalaveriiniin. Päivittäisen johtamisen palaverien on todettu tuovan työhön läpinäkyvyyttä ja palaverien ansiosta osastojen välisen yhteistyön on koettu parantuneen siitä mitä yhteistyö on ollut aiemmin. Ennen nykyistä palaverikäytäntöä tuotannolla oli vuosien ajan tapana kokoontua kerran viikossa tilannekatsaukseen. Tuossa palaverissa käytiin läpi lähinnä menneen viikon tapahtumia eikä niinkään tarkasteltu tulevia. Tuotantopäällikön päätöksellä palaverikäytäntö muutettiin tulevien tapahtumien ennakkointia painottavaksi. Haastateltu tuotannon työntekijä on kokenut hyväksi ja motivoivaksi huomata esimiesten olevan kiinnostuneita työn toteutuksesta ja meneillään olevista työvaiheista.

Päivittäisen johtamisen aamupalaverissa on mukana myös laatuosasto ja se on koettu hyväksi. Laadunvalvonnan edustaja saa palaverissa viimeisimmän tiedon rakenteiden valmistumisesta ja viimeisimmän tiedon valossa on hyvä järjestää tarkastuskapasiteettia oikeille päville. Mikäli tarkastusosastolla on työkuormaan nähden liian vähän resursseja käytössä, tarkastukset laitetaan tarpeen mukaiseksi työjonoksi. Tuotantopäällikkö on pyrkinyt lisäämään päivittäisen johtamisen aamupalaverissa myös muuta tiedonkulkua. Palaverissa kerrotaan uusista tarjotuista töistä heti kun tilanteista on jotain kerrottavaa.

Tuotannonsuunnittelijat osallistuvat päivittäisen johtamisen palaveriin kiertävän osallistumisjärjestyksen mukaan niin, että kukin tuotannonsuunnittelija osallistuu vuorollaan joka aamu järjestettävään palaveriin. Palaverin jälkeen tuotannonsuunnitteluosasto kokoontuu yhteen kerratakseen palaverista kuullut asiat

osaston kesken. Tämä tuntuu olevan tässä hetkessä hyvä käytäntö, sillä tuotannonsuunnittelijoita on talossa pieni ydinryhmä ja meneillään oleva projekti ei ole kovin mittavan kokoinen.

Päivittäisen johtamisen aamupalaverissa työsuunnittelun edustaja kirjaa ylös kaikki suunnittelua ja työsuunnittelua koskevat avoimet kysymykset ja lähettää sähköpostilla kirjatut asiat suunnittelun yhteyshenkilölle. Sekä tuotannonsuunnittelu että suunnittelu vastaavat tuotantopäällikölle kirjallisesti esitettyihin avoimiin asiakohtiin. Päivittäisen johtamisen aamupalaverissa on tärkeää, että avoimista asioista annetaan suoria tehtäväantoja nimetyille henkilöille. Käytännön kautta on todettu, että asiat tulee hoidettua tällä menetelmällä hyvin. Tuotannonsuunnittelija saa tietoa tuotannon työvaiheista, ongelmista ja työn edistymisestä myös kerran viikossa tuotannon järjestämästä aikataulupalaverista. Aikataulupalaverissa käydään läpi tuotannon edistymä, aikataulutilanne ja tarkastellaan työvaiheita, joissa tuotanto on jäänyt jälkeen. Palaverissa tarkistellaan myös tuotannon mittareita. Tuotannonsuunnittelijalle tärkeänä tiedonlähteenä toimii myös projektipäällikön kerran viikossa järjestämä projektipalaveri, jossa projektin asioita käydään läpi projektinohjauksen näkökulmasta.

Tuotannossa on otettu TOIMIVA-ohjelman myötä käyttöön työasemakohtaiset informatiiviset taulut, joista näkee työvaiheen tavoitesuunnitelman eli tavoitealoitus- ja päättymispäivät ja tavoitetuntiarvion sekä toteutuneet aloitus- ja lopetuspäivät sekä todellisen tuntikulutuksen. Tiedonjakamisen on todettu motivoivan työntekijöitä parempiin suorituksiin - toisinaan jopa kilpailuhenkeen.

Tuotannon työntekijän haastattelussa saatu palaute on, että tuotannon eri osastojen välinen yhteistyö on kehittynyt parempaan suuntaan lähi vuosina. Aiemmin osastorajat olivat ”korkeammat” ja omaa työtä tuijotettiin enemmän eikä nähty tuotannon kokonaiskuvaa. Työnjohtajan roolia on pidetty tärkeänä tuotannon sujuvuuden kannalta. Haastattelussa nousi työntekijätasolta huolenaiheena auktoriteettiasemassa olevien työnjohtajien eläköityminen. Haastattelussa todettiin, että tuotantohalleissa on tällä hetkellä kaksi selkeästi päätöksentekoon osallistuvaa työnjohtajaa, joista molemmat ovat lähellä eläkeikää. Muut työnjohtajat luottavat näiden kahden työnjohtajan päätöksentekokykyyn. Haastattelussa on esitetty mielipide, että tulevaisuuden johtaminen hallin lattiatasolla tulee olemaan haastavaa, sillä kyseisten eläkkeelle siirtyvien työnjohtajien saappaat ovat isot täytettäviksi. Työnjohtajalla pitää olla kantaaottava auktoriteettiasema työmiesten keskuudessa.

Tuotannon esimiespuolelta todetaan haastattelussa, että tuotannonohjausmielessä asioiden kulku menee tällä hetkellä väärin päin. On hyvin yleistä, että tuotannon esimiesporras tekee selvityksiä projektille miksi työvaiheet, joiden olisi pitänyt aikataulun mukaan jo alkaa, eivät ole päässeet käyntiin. Tällöin tuotannon edustajat selvittävät ja kirjaavat ylös syitä myöhästymille. Tuotannon alkamisen estymiselle on hyvin usein syynä kuvien, materiaalin tai muun oleellisen tiedon puute. Tuotannon

esimiestason edustajan näkökulmasta asioiden kulun pitäisi olla toisin päin. Tuotannon odotus on, että informaatio materiaali-, kuva- tai muista puutteista pitäisi tulla projektin ja suunnittelun toimesta ennakoivasti tuotannon suuntaan. Tällainen informaation kulku mahdollistaa tuotannossa viivästymien ennakoimisen ja niihin reagoinnin. Projektin järjestämissä viikkopalavereissa on hyvä käydä läpi mitä kuvia on valmistunut edellisellä tai kuluneella viikolla, mutta vielä tärkeämpää on saada ennalta tietoa milloin seuraavat kuvat aiotaan julkaista ja milloin seuraavat tavarat tullaan toimittamaan.

Tuotannon lattiatasolta nostetaan osavalmisteiden ohjaus ongelmaksi. Osavalmistetunnusten kirjaamista osiin pidetään erittäin hyvänä asiana, mutta kyseenalaistetaan varastojärjestelmien kykyä pitää osavalmisteista kirjaa. Ellei kaikista tavaroiden liikkeistä hallien ja varastojen välillä pystytä pitämään kirjaa ovat osat nopeasti hukassa. Tuotannon lattiatasolla toisinaan tuntuu, että osavalmisteille ei ole olemassa saattokorttia. On totta, että osavalmisteiden ohjaus ei toimi, mikäli järjestelmästä ei ajeta osavalmisteille saattokorttia. Osien hukkuessa on kulutettu paljon aikaa osien etsimiseen ja on tilanteita, jolloin osat on ehditty polttamaan uusiksi, kunnes hukassa olleet ovatkin löytyneet. Varaston työntekijä muisteli haastattelussa, että ennen tietokoneaikaa lavotettujen osien ja esivalmisteläjien päällä oli pahviset levyt, joissa luki lavalla olevien osien tiedot ja määrät. Jos pinosta otettiin osia, pahvin ilmoittamasta luvusta vähennettiin pois otettu määrä.

Varastomääräimellä noudettavien tavaroiden tai osien osalta materiaalivirta ei ole ollut vahvasti hallinnassa oleva asia. Tuotannossa on ilmentynyt tilanteita, että kaikkia varastomääräimen osoittamia tavaroita ei ole tarvittu kerralla kyseisessä työvaiheessa, johon varastomääräimellä on haettu tavaraa. Työnjohtajalla on tällaisessa tapauksessa ollut kaksi mahdollisuutta, joko uhrata aikaa listojen läpikäymiseen ja tarvittavien tavaroiden poimimiseen listalta tai pyytää varastosta kaikki listalla olevat tavarat. Usein varastomääräimen osoittamat tavarat on noudettu kerralla. Ylimääräisten tavaroiden seuranta on ollut harmaata aluetta, joka ei ole ollut asianmukaisessa hallinnassa.

Varastosta luvaton tavarahan haku on ongelma. Vaikka kohdeyrityksessä on olemassa toimintamalli suunnittele mattomien tavaranoitojen osalta sekä tavarahan hausta silloin, kun varastossa ei ole henkilökuntaa paikalla, käytäntö on todellisuudessa kovin kirjavaa. Haastattelussa on todettu, että toiset henkilöt jättävät asianmukaiset tiedot varaston postilaatikkoon tavaraa toimistoajan ulkopuolella noutaessaan ja toiset eivät jätä tavarannoudosta mitään tietoa. Luvattomien varastohakujen haitan pienentämiseksi haastateltava henkilö esitti, että varaston avaimia ei tulisi olla kovin monilla käytössä.

Haastattelujen yhteydessä kävi ilmi, että valmistettaviin rakenteisiin ja levytilauksiin tehtyjen muutosten tiedot eivät aina päädy riittävän nopeasti nestaaajan tietoon. Informaatio jää siirtymättä, kun ihmisille ei tule mieleen mihin kaikkiin työvaiheisiin muutokset vaikuttavat. Kaikki materiaalia ja rakenteita koskevat muutostiedot pitää toimittaa mahdollisimman nopeasti nestaaajalle. Levytilaukset eivät tällä hetkellä kierrä

nestaajan kautta, eikä ole virallisesti sovittua paikkaa, josta nestaaja pääsee tarkistamaan mitä levyjä on tilattu. Nestaaja saa tiedon tilatuista levyistä paperilla tai sähköpostilla, kun hän kysyy tilauksista tilausehdotukset tehneeltä projekti-insinööriltä. Nestaaja kirjaa materiaalikoodien mukaiset levyt omaan listaansa. Jokainen levy pitää olla omalla rivillään, koska jokaisesta levystä tehdään oma nesti eli jokaiselle levyille kirjataan oma nestinumero. Haastattelussa esitettiin toivomus levytilausten kierrättämisestä nestaajan nähtäväksi ostojen jälkeen.

Isoissa projekteissa työskentelee useampi nestaaja ja tällöin levyjen käytössä voi tulla sekaannuksia. Kiireisissä tilanteissa voi käydä niin, että useampi nestaaja käyttää samaa jäännöslevyä eri kuvien osille. Tällöin jokainen nestaaja antaa jäännöslevylle uuden nestinumeron ja näin sama levy menee polttopöydälle useaan eri kertaan, vaikka olisi voinut olla mahdollista, että kaikki eri nesteissä olevat osat olisi voitu polttaa levystä kerralla. Yhteen levyyn nestattujen osien polttojonossa voi olla kiireellisempiä osia myöhäisemmässä vaiheessa, mutta poltot suoritetaan nestausjärjestyksessä.

Poltosta yli jäävää hukkamateriaalia voidaan parhaiten välttää esinestauksen avulla. Tällöin rakennettavan tuotteen suunnittelun pitää olla riittävän pitkällä levyjä tilattaessa. Levyt voidaan tilata määrämittäisinä kun osien sommittelu levyille tehdään etukäteen.

Suunnittelija voi optimoida materiaalien mittoja jo osaluetteloa laatiessaan. Tieto jo tehdystä optimoinnista ei aina tavoita tuotannonsuunnittelijaa. Mikäli tieto optimoinnista ei kulkeudu tuotannonsuunnittelijalle, hän voi tietämättään optimoida materiaaleja eri tavalla työhajeisiin ja tämä johtaa siihen, että tilatut materiaalit eivät täsmää enää tarvittavaan määrään ja materiaalia pitää tilata lisää ja mahdollisesti tuotanto ei pääse etenemään.

On esitetty kritiikkinä, että järjestelmää ei käytetä tällä hetkellä hyväksi niin kuin sitä kuuluisi käyttää. Työnjohtajan kuuluisi hakea Nestixistä tiedot saattokorttiin ja tulostaa kortti. Tällä hetkellä tuotannonsuunnittelija tekee saattokortin ja liittää sen työkortin liitteeksi. Myös varastomääräintä käytetään tällä hetkellä virheellisesti, sillä kaikkia kuvan tavaroita ei pitäisi hakea kerralla varastosta, jos niitä ei kaikkia tarvita kyseisessä työvaiheessa.

Järjestelmästä tulostettavan työkortin tulee sisältää kaikki työtä koskevat oleelliset tiedot. Tällä hetkellä työkortti sisältää muut tarvittavat tiedot, paitsi ei polttokortin nestinumeroa, saattokortin numeroa eikä levyosaluetteloa. Numerot, joita ei saa tulostettua työkorttiin järjestelmästä kirjataan korttiin tällä hetkellä käsin.

Tuotannonsuunnittelun tavoitteena on, että tuotantoon julkaistavat työkortit ja varastomääräimet saataisiin tulevaisuudessa sähköisiksi versioiksi. Silloin kuvan osaluettelosta voitaisiin pyytää vaikka yksi osa kerrallaan. Tämä selkeyttäisi materiaalivirtaa ja vähentäisi varastosta haettavien tuotteiden ja osien hukkaamista ennen paikalleen asentamista.

MARS-varastomääräin koetaan työn kannalta hankalaksi, sillä nykyisessä ohjelmassa ei ole hyvää keinoa materiaalin jäljitettävyyden säilyttämiselle. Osien sijainti ja muut tiedot tiedetään tarkasti poltto-vaiheen jälkeen aina varastoon asti, mutta kun osa on annettu tuotantoon, osan jäljitettävyys katoaa. On ollut myös tilanteita, että osien noutaminen on jäänyt kirjaamatta järjestelmään. Välivarastosta tai polttopäästä haettu tavara pitäisi aina kirjata noudetuksi ja merkitä mikä on noudetun tavarän määränpää. Välivarastossa on olemassa postilaatikko, johon tulisi jättää tieto noudetusta tavarasta tilanteessa, jossa varastolla ei ole paikalla kirjauksen suorittavaa henkilöä. Tämä ei ole kuitenkaan aina toiminut moitteettomasti.

MARS-ohjelman on todettu olevan kankea eikä toiminnoiltaan kovin käyttäjäystävällinen. Palaverissa, jossa tuotannonsuunnittelun, oston ja projektinohjauksen toimihenkilöt miettivät tilaustietojen näkyvyyttä ja hyödyntämistä MARSin avulla, todettiin, että ohjelmasta ei saa tällä hetkellä kaikkea mahdollista hyötyä irti. Ostosta esitettiin, että materiaalin seurannan kannalta MTO:ta tehtäessä materiaalirivien tulisi olla paljon yksityiskohtaisemmin jaettuja esimerkiksi tilanteissa, joissa tilataan osia tai osien työstämistä. Kun osat esitetään alusta asti omina riveinään, osien yksilöivä tuloutus varastoon toimii paremmin ja mikäli laskuja vastaanotetaan yksittäisistä komponenteista, laskujen kohdennus on selkeämpää. Kun osat asennetaan omina komponentteinaan tuotteeseen, työkortit ohjaavat osat oikeaan rakenteeseen. Seurattavien osakokonaisuuksien yhdenmukainen ositus kaikissa prosessin etenemisvaiheissa helpottaa niin työn kuin kustannusten seuranta. Projektinseurannan puolelta esitettiin, että tilauksille pitäisi ohjelmaan antaa selkeämmät selitteet mitä on tilattu ja mihin tarkoitukseen. Tuotannonohjauksesta mietittiin, että varaston materiaaliseuranta voisi helpottua, mikäli varastohenkilöstöllä olisi mahdollisuus nähdä MARSista varastomääräimen lisäksi työkortin numeron taakse kirjattu informaatio mihin materiaalia tarvitaan. Ohjelman käyttöä on rajattu eriasteisilla käyttöoikeusrajoitteilla. Tästä syystä MARSiin tallennetut tiedot eivät ole kaikkien tarvitsijoiden käytettävissä.

Toinen MARS-ohjelman informaatioisisältöä heikentävä ja yleisesti tiedostettu ongelma, josta MARSin tilaustietoja koskevassa palaverissa puhuttiin, on ohjeiden mukaisten kirjausten oikaiseminen. Tähän syyksi ajatellaan usein ohjelman kankeutta. Ostopäällikkö nosti palaverissa esiin ajatuksen, että kohdeyritykseen tarvitaan parempaa prosessikuria, jotta toiminnoissa ei oikaista.

Tuotannon alkupään toivomuksena on, että materiaalin tulee olla tontilla, kun nestit vapautetaan tuotantoon. Samoin nestin tietojen oikeellisuus tulee olla varmistettu, sillä työ tehdään nestin mukaan ja virhe nestissä johtaa aina virheellisten osien polttamiseen ja uuden korvaavan levyn tarpeeseen sekä uudelleen suoritettavaan työhön. Tällaista ei tosin tapahdu työnlaajuuteen nähden kovin usein. Tällä hetkellä yhteistyö nestäajan, poltto-osaston ja varaston välillä koetaan hyväksi ja rakentavaksi. Yhteistyö hoituu sujuvasti, kun asiat hoidetaan suoraan työnsuorittajien kesken ja tiedonkulku on hyvää.

Tuotannosta esitettiin haastattelun yhteydessä toive, että suunnittelijoiden kannattaa käydä useammin hallissa katsomassa ja keskustelemassa. Tämä lisäisi työn konkretiaa ja toteutusten käytännönläheisyyttä.

Tuotannosta todettiin, että nosto- ja kääntökuvat tulee julkaista teräsrakenteiden yhteydessä, sillä nosto- ja kääntörakeneet aiheuttavat esivalmistusvaiheisiin apuosien asennuksia. Työkuvissa pitää olla näytettynä mitkä osat heftataan kiinni rakenteisiin, mikäli kaikkia osia ei voida kyseisessä työvaiheessa asentaa paikalleen. Jos mukana kulkevia osia ei ole näytetty kuvissa, tulee helposti epäselvyyttä ja ylimääräisiä kysymyksiä onko työvaiheesta lähtevä esivalmiste keskeneräinen vai työvaiheen tuotoksena valmis.

Mikäli esivalmisteita tai osakoonteja jää kesken, yhtenä syynä voi olla, että osia on teetetty liian vähän, jolloin tarvittavia osia puuttuu. Osien puutteesta tuotannonsuunnitteluun ilmoittamisen ja uusien osien tuotantoon toimittamisen välillä voi kulua paljonkin aikaa. Viiveeseen vaikuttaa kunkin prosessin vaiheen eli työsuunnittelun, suunnittelun, mahdollisesti oston, materiaalityötoimituksen, varaston sekä nestauksen ja polton kesto. Toisinaan materiaalia pitää ostaa lisää, toisinaan voidaan käyttää ylijäämämateriaalia. Tällainen ylimääräinen työ rikkoo ennalta suunnitellun työjonon ja järjestyksen usealla osastolla. Tuotanto ei pääse etenemään kyseisen rakenteen valmistuksessa ilman tarvittavia osia.

Projektin tuotantoaikataulun tehtäväjako ja toteutussuunnitelma perustuvat dokumenttimuotoon kirjattuun rakennustapaan. Kehitystyössä on haasteena kuinka pieniin osiin seuranta palastellaan. Työn tehtäväkokonaisuuksia ei voida palastella pienempiin osiin kuin mitä työn seurannan toimivuus sallii. Samassa hallissa ja peräti saman työnjohtajan alaisuudessa voidaan tehdä useita peräkkäisiä työvaiheita. Tästä seuraa haaste vaiheiden valmiiksi kirjaamiseen. Työnjohtajan tulee huomata kirjata vaiheet valmiiksi, ennen seuraavan vaiheen aloittamista. Haasteena on myös alihankittujen työmiesten tekemät työt ja näiden töiden edistymän kuittaminen, jos heidän esimiehensäkin ovat alihankintamiehiä.

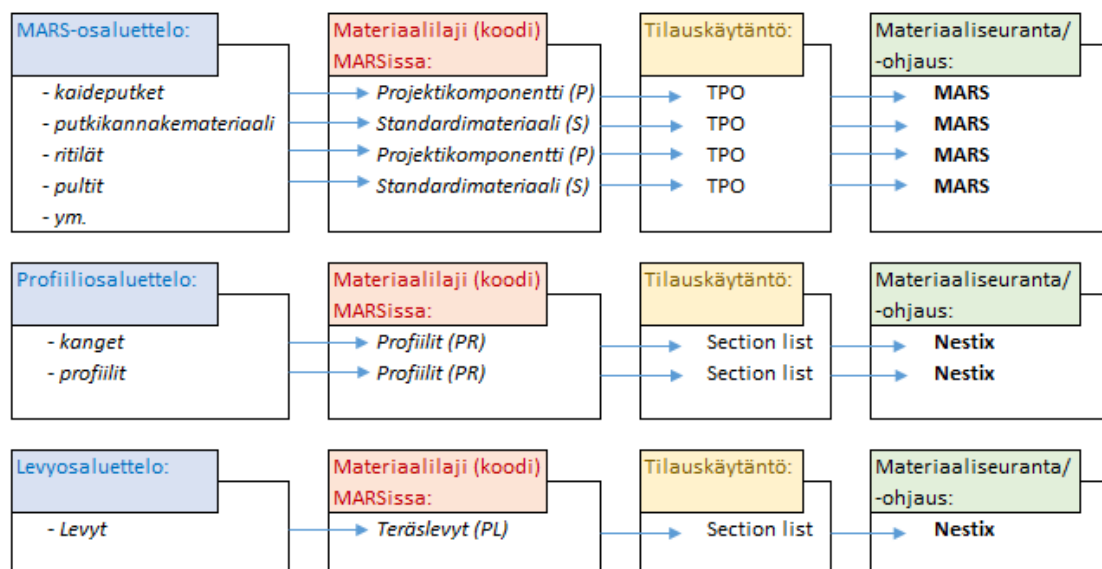
4. TUTKIMUSTULOKSET

Tässä kappaleessa esitellään tutkimustulokset. Tutkimustulokset on kasattu haastatteluaineistoa ja kerättyä tietoa analysoimalla. Tutkimusaineiston osia on ristiinverrattu ja aineistosta on poimittu prosessin joustavaa virtausta parantavia, ylläpitäviä ja estäviä asiakokonaisuuksia.

Toiminnan tahtotilaa on tarkasteltu projektinhallinnan näkökulmasta. Tahtotilan ylemmän tason määrittelyyn on kohdeyrityksessä olemassa raamit, mutta investointien suhteen ei ole olemassa päätöksiä ja ennakoivan tuotantoprosessin mahdollistavien rajapintatoimintojen tahtotilan toteuttamismahdollisuudet hakevat vielä muotoaan. Tahtotilan hahmotteluun on hyödynnetty tuotannon ja projektitoiminnan esimiesportaana kanssa käytyjä keskustelu- ja haastatteluaineistoja.

4.1 Toiminnan- ja tuotannonohjauksen nykytila

Materiaalihallinta toimii tällä hetkellä kohdeyrityksessä kahden ohjelman MARSin ja Nestixin välityksellä, kuten kappaleessa 1.2 on kerrottu. Kaikki tilaukset kirjataan MARS-järjestelmään. Kullekin materiaalitilausriville annettava materiaalityyppi kuvaava materiaalikoodi määrää millaisen tilauskäytännön mukaan tuotteet tilataan ja kumman ohjelman kautta materiaaliseuranta ja -ohjaus hoidetaan.



Kuva 28. Materiaaliluokkien mukaan määräytyvät tilaus-, seuranta- ja ohjauskäytännöt.

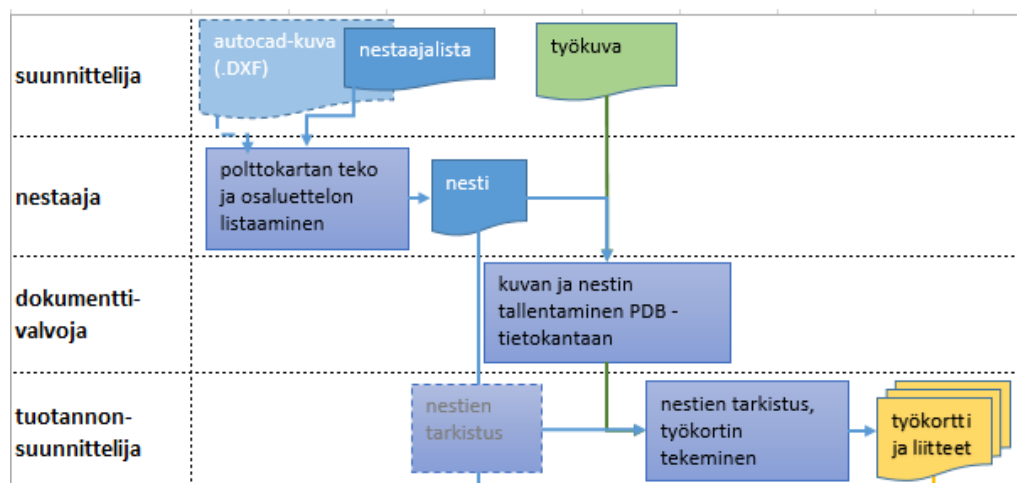
Kappaleessa 3.3 on todettu, että Nestix on toimiva ohjelma materiaaliseurantaan ja osaohjaukseen. Nestixissä on olemassa kentät OTT, MP ja JKT. Osaohjaus toimii kun

osien mukana kulkee tieto osavalmistuksen tuotantotilausnumerosta, jota kutsutaan myös esivalmistenumeroiksi tai osanumeroksi, tieto määränpäättunnuksesta sekä tieto jatkavasta työkortista. MARS-ohjelmasta on todettu kappaleessa 3.3, ettei siinä ole riittävää osaseurantaa, sillä ohjelmasta puuttuu osien seurantaan tarvittavat informaatiokentät ja osan voi poimia osaluettelosta vain yhden kerran MARS-varastomääräimeen, jolloin ensimmäiseen polton jälkeiseen käsittelyyn levyosa voidaan ohjata varastomääräimen avulla, mutta toiseen käsittelyyn osa tulee hoitaa muilla keinoin eli erikseen sopimalla ilman varastomääräintä.

Nykytilan kartoituksessa on todettu MARS-järjestelmän olevan kankea käyttää, jonka vuoksi kirjauksissa oikaistaan toisinaan ja jonka vuoksi järjestelmästä ei saada irti parasta mahdollista informaatiohyötyä. Itseohjautuvaa informaation hankintaa haittaa myös ohjelman rajattu käyttöoikeus.

Kappaleessa 3.3 kerrotaan tuotannonsuunnittelijan MARS-ohjelmassa laatimasta työkortista. Työkorttiin ei ole tällä hetkellä mahdollista kirjata kaikkia tarvittavia tietoja ohjelman puitteissa, sillä kaikille tiedoille ei ole olemassa kenttää. Tällaiset tiedot lisätään korttiin kirjoittamalla. Työkortti liitteineen julkaistaan tuotantoon paperiversiona.

Kappaleessa 3.1 todetaan luokka- ja työkuvasuunnittelun tapahtuvan nykyään suurelta osin Aveva Marine-ohjelmalla. Suunnittelua tehdään muillakin ohjelmilla riippuen suunniteltavasta rakenteesta ja lähtötietoaineiston muodosta. Kappaleissa 1.3 ja 3.1 kerrotaan Aveva Marine-ohjelman omaavan sellaisia ominaisuuksia, joita muilla kohdeyrityksessä käytössä olevilla ohjelmilla ei ole.



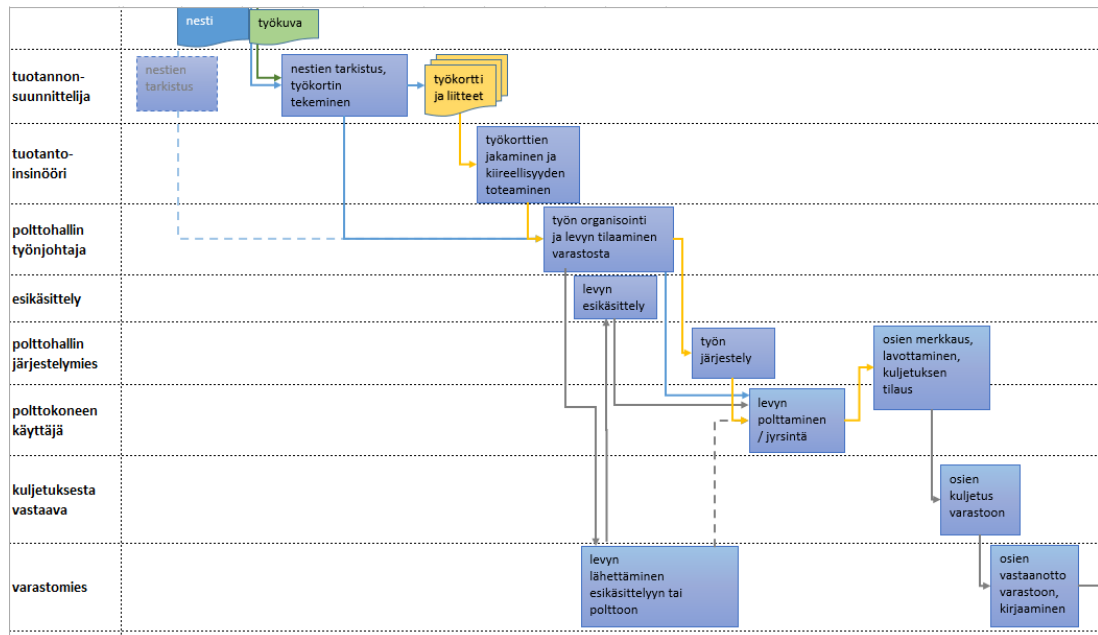
Kuva 29. Informaation kulku tuotantoa edeltävissä rajapinnoissa.

Kappaleessa 3.1 Aveva Marine-mallinnuksen todetaan helpottavan myös nestaajan työtä, sillä suunnittelijalta saatava lähtötietoaineisto on laadukkaampaa ja paremmin nestauksessa hyödynnettävää, kuin muilla ohjelmilla tuotettu lähtötietoaineisto. Kappaleissa 1.3 ja 3.1 kerrotaan Aveva Marinessa luodun mallin sisältävän valmiiksi tyypitetyt osat, jolloin nestaaja voi aloittaa nestaustyön suoraan suunnittelijan toimittaman aineiston pohjalta. Riippumatta lähtöainetiedostojen muodosta nestaajan työvaiheet sisältävät tällä hetkellä moneen kertaan tietojen tarkastamista ja erilaisten listojen ylläpitämistä. Haastatteluaineistosta käy ilmi, että nestaustyön onnistuminen edellyttää ajantasalla olevia tietoja tilatuista levyistä, jäännöslevyistä sekä tietoa mitkä levyt tullaan polttamaan alihankinnassa. Kappaleiden 3.1, 3.2 ja 3.4 mukaan materiaalitietojen ylläpitoa toteutetaan tällä hetkellä moninkertaisena työnä eri osastoilla.

Kappaleessa 3.1 kerrotaan nestaustyön rutiineista, joita tulisi tarkastella Aveva Marine-ohjelman ominaisuuksien valossa. Haastatteluaineistoa ristiintarkastelemalla voidaan lukea levyosaluettelon teon tapahtuvan tällä hetkellä räätälöidyn ohjelman avulla. Nestaaja kirjaa ensin käyttämäänsä ohjelmaan käsin tiedon siitä mitkä nestit kuuluvat samaan levyosaluetteloon, jolloin ohjelma osaa listata nestissä olevat osat levyosaluetteloon. Kappaleessa 1.3 kerrotaan Aveva Marine-ohjelman ominaisuuksista ja haastatteluaineistosta käy ilmi, että Aveva Marinen suunnitteluosan ja nestin välillä on linkki. Tämän linkin avulla ohjelma tunnistaa osan mallista ja saman osan nestistä. Kappaleessa kerrotaan, että osat on mahdollista ajaa listalle suoraan Aveva Marine-ohjelmasta.

Polttoa koskevat tärkeät tiedostot luodaan Aveva Marine-ohjelman puolella. Kappaleista 1.2, 3.1, 3.3 ja 3.5 voidaan lukea, että tietojen siirtyminen Aveva Marinesta polttokoneelle toteutuu kahden välissä käytettävän ohjelman kautta ja kolmen eri henkilön tarkistamina ja muokkaamina. Polttotiedostojen virheettömyys on edellytyksenä poltto-osaston prosessin toteutumiselle tehokkaasti.

Tuotannon alkupään toiminnoista kerrotaan kappaleessa 3.5, jossa kuvataan materiaaliesikäsittelyn ja polttohallin työvaiheita. Polttohallin työnjohtaja saa ohjeistuksen alkavaan työhön tuotantoinsinööriltä, joka luovuttaa työkortit liitteineen työnjohtajalle. Työnjohtaja laatii Nestix-järjestelmässä työjonon ja poimii kullekin työlle kuuluvat katkaisulistat. Työnjohtaja vapauttaa nestit tämän jälkeen polttokoneelle.

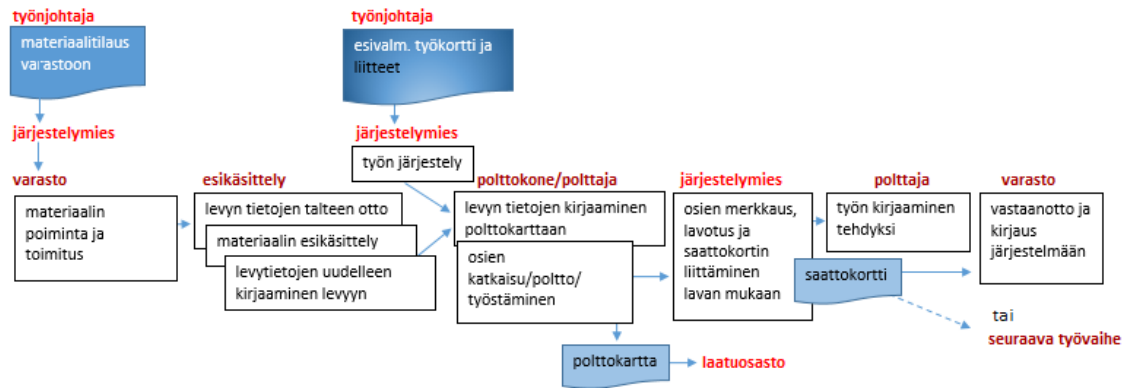


Kuva 31. Prosessin nykytilan kulkua kuvattu tuotannon alkupään rajapinnoissa.

Kappaleesta 3.4 ilmenee, että materiaalin otot varastosta tulee kirjata järjestelmään päivittäin, mutta vastaanotettujen materiaalien toimitusmerkintöjä voidaan kirjata järjestelmään viikon viiveellä. Kappaleista 3.1, 3.2 ja 3.7 nousee esiin varastokirjanpitojärjestelmän heikkous. Varastojärjestelmän kyky riittävän ajantasaisen informaation ylläpitämiseen kyseenalaistetaan monessa tilanteessa haastattelujen yhteydessä. Haastatteluaineistosta käy ilmi, että käytössä olevan järjestelmän lisäksi materiaaleista ylläpidetään excel-kirjanpitoa sekä varastomiehen että nestaaajan toimesta. Myös työläji-insinööri ylläpitää materiaalirekisteriä omaan työläjiinsä tarvittavista materiaaleista.

Varastosta toimisto aikaan noudettava tavaranhaku toimii yleisesti ottaen kuten pitää, mutta toimistoajan ulkopuolella tapahtuva materiaalin otto kaipaa parempaa järjestelmää. Haastattelujen perusteella kappaleessa 3.4 todetaan, että yrityksessä tunnistetaan ylimääräisen tavaran nouto varastosta ongelmaksi. Ongelma muodostuu materiaalin palautustilanteessa, sillä palautus varastoon ei toimi toivotulla ja toimintaohjeissa neuvotulla tavalla.

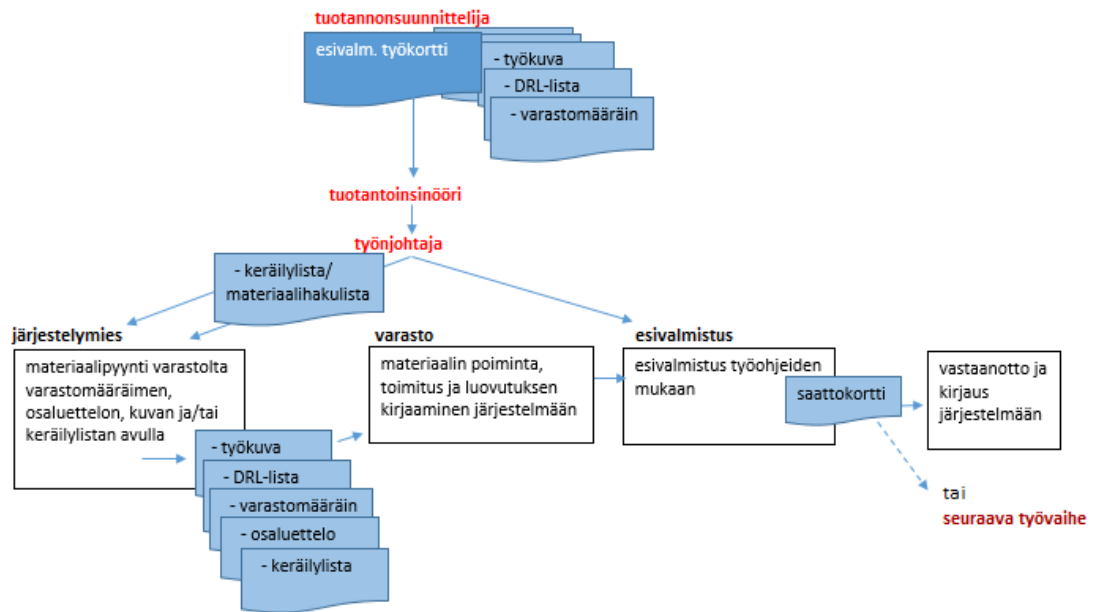
Kappaleesta 3.2 ilmenee, että projektilla on olemassa lista asiakkaan toimittamista laitteista sekä materiaalirekisteri, jossa työläji-insinööri ylläpitää tietoja projektiin tarvittavista materiaaleista. 3.4 kappaleesta voidaan lukea, että varaston vastuuhenkilöt eivät ole tyytyväisiä tiedon välittymiseen tai olemassa olevan tiedon tavoitettavuuteen nykyisen toimintamallin puitteissa.



Kuva 32. Materiaalin ohjaukseen liittyvien dokumenttien ja materiaalin kulku esikäsittely- ja polttovaiheen läpi.

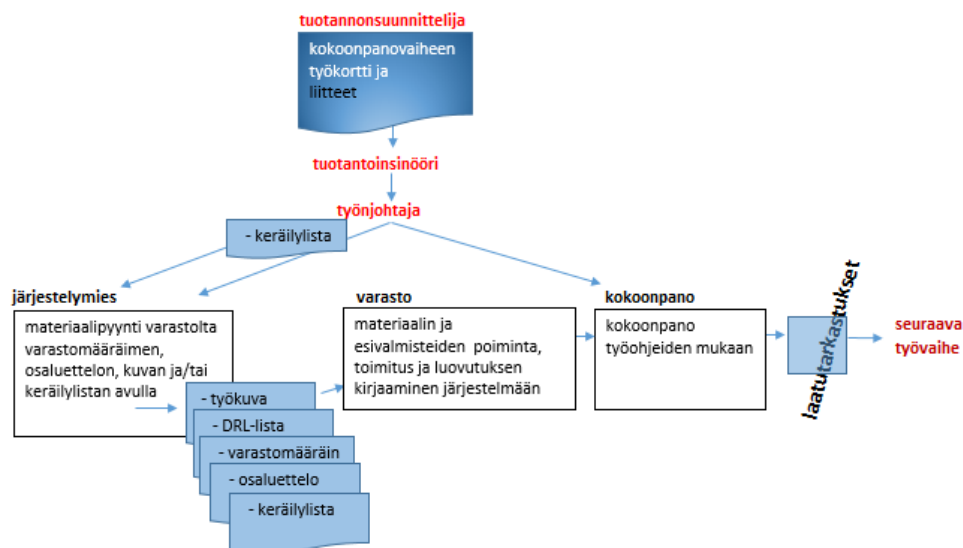
Työnjohtaja ohjeistaa polttohallin työntekijät ja jakaa esivalmistusvaiheen työkortit liitteineen alaisilleen. Järjestelmies järjestee polttohallin työvaiheen aloituksen. Polttaja valitsee polttokoneelta oikeat tiedostot, lisää levyn tiedot polttokarttaan ja toimittaa työn päätteeksi polttokartan laatuosastolle. Polttaja kirjaa Nestixiin tiedot polton valmistumisesta ja osien lavotuksesta. Polttaja tai järjestelmies hoitaa osien merkkaamisen ja lavotuksen sekä järjestää osien kuljetuksen varastoon tai seuraavaan työvaiheeseen. Osien mukana kulkee saattokortti. Edellä mainitut vaiheet eli työn valmistumisen kirjaaminen, osien merkkauk, osien lavotus ja saattokortin liittäminen osien mukaan ovat tärkeitä vaihteita osien jälkiseurannan kannalta.

Esivalmistusvaiheessa työkuviin sisältämä informaatio on ollut aiemmin liian laaja yhtä työpistettä ajatellen ja osaluettelo on sisältänyt useamman työvaiheen osat ja materiaalit. Työkuvuudistus, jonka myötä työkuvat on ryhdytty esittämään työvaihekohtaisina, on selkeyttänyt materiaalien hakua varastolta. Kappaleesta 3.6 voidaan lukea nykyisen toimintamallin mukaan järjestelmiehen olevan avain asemassa sisäisen materiaalihankinnan ja työpisteen valmiuden valmistelussa. Tämä siksi, että tuotannon edustajat saavat ensimmäisenä tiedon työkorttien, saattokorttien ja varastomääräimien esittämästä materiaalityönteistä.



Kuva 33. Esivalmistusvaiheen kuvaus materiaalin ohjauksen näkökulmasta.

Kokoonpanovaiheen eteneminen kulkee samaan tapaan kuin esivalmistusvaiheen työn kulku. Kokoonpanovaiheen järjestelymies tai työnjohtaja tilaa varastolta työohjeen mukaiset osat ja valmiit esivalmisteet. Kappaleista 3.3, 3.4, 3.6 ja 3.7 voidaan lukea, että materiaalin päätyminen työpisteelle voi joskus vaatia tavallista enemmän toimenpiteitä, jos esimerkiksi osaohjaus ei toimi tai on materiaali tai kuva puutteita. Kokoonpanovaiheen jälkeen on aiemman toimintatavan mukaan suoritettu ensimmäistä kertaa hitsauksia koskevat laatutarkastukset.



Kuva 34. Kokoonpanovaiheen kuvaus materiaalin ohjauksen näkökulmasta.

Kokoonpanovaihe voi olla osakokoonpanoa tai pääkokoonpanoa. Pääkokoonpanon jälkeen toteutetaan lopputarkastukset.

4.2 Tahtotila projektinohjauksen näkökulmasta

Tuotannonohjausprosessin tahtotila kohdeyrityksessä on: tehokas, ennakoiva ja selkeävirtauksinen tuotantoprosessi, joka kattaa toiminnot suunnittelusta tuotantoon ja laadun valvontaan aina siihen asti kun tuote on valmis ja luovutuskunnossa.

Prosessin tehostamista on mietitty projektinohjauksen näkökulmasta pienellä ryhmällä projektin ohjauksen ja hallinnan parissa työskentelevien henkilöiden kanssa. Prosessin tehostamisesta on palaverissa todettu, että sen tulee perustua tuotannon ohjauksen toimivuuteen. Tuotannon ohjaus perustuu tuotantoa palvelevaan rakennustapaan. Palaverissa on todettu, että rakennustavan tulee olla tarkempi ja hienojakoisempi. Rakennustavan tulee tarjota tuotannolle valmiiksi analysoitu paras toimintatapa kunkin työvaiheen toteuttamiseksi.

Projektin tuotantoaikataulun tehtäväjako ja toteutussuunnitelma perustuvat dokumenttimuotoon kirjattuun rakennustapaan. Hyvin mietitty hienojakoinen rakennustapa jättää vähemmän avonaisia kysymyksiä ja tulkinnan varaa kuin karkean tason rakennustapa. On tärkeää, että asioista ja rakenteista käytetään kautta linjan samoja koodimerkintöjä ja nimiä, jotta suunnitelmaa tarkasteltaessa kaikki puhuvat samoista asioista.

Palaverissa on todettu, että kokonaisprosessista pitää saada enemmän irti. Kokonaisprosessiin pitää siis pystyä tuomaan lisää tehokkuutta. Tähän tavoitteeseen pääsemiseksi työ pitää hallita paremmin. Jotta työ voidaan hallita paremmin, työvaiheet tulee ohjeistaa ennalta sovitun suunnitelman mukaan. Töiden suunnittelumenetelmä tulee määrittää, jotta työn suunnittelulla on selkeä yhtenäinen toimintamalli ja tuotos. Tuotos on työohjeistus, joka kattaa kaikki tuotannon tarvitsemat työn suoritusta ja materiaalivirtoja ohjaavat tiedot.

Suunnittelun jo osittain toteutunut tahtotila käy ilmi kappaleista 1.5 ja 3.1. Tahtotila on käyttää pääasiassa Aveva Marine-ohjelmaa luokkakuvien, mallin ja työkuviin tekemisessä. Tämä on myös nestaajan työn suhteen tahtotila, sillä Aveva Marine-ohjelmassa tehty suunnittelu tehostaa nestaajan työtä huomattavasti verrattuna muihin käytössä oleviin suunnitteluohjelmiin. Kappaleissa 1.3 ja 3.1 kerrotaan Aveva Marinessa luodun mallin sisältävän valmiiksi tyypitetyt osat, jolloin nestaaja voi aloittaa nestaustyön suoraan suunnittelijan toimittaman aineiston pohjalta.

Suunnittelun tavoitteena on edelleen kehittää tuotantoaineistoa. Kuten kappaleessa 1.5 todetaan, AVEVA Marine 3D tuotemallin tarjoamia mahdollisuuksia pyritään hyödyntämään meneillään olevaa kehitystyötäkin paremmin. Tuotannon tehostamiseen tähtäävän suunnittelun tavoite on toteuttaa rakenteiden mallintaminen niin, että osakokoonpanot ovat mahdollisimman valmiita ja varusteltuja ennen pääkokoonpanovaiheeseen asentamista. Tästä esimerkkinä kappaleessa 1.5 esitetty

varusteluosien kuvaaminen teräskuvissa, jotta osat voidaan laittaa mahdollisimman kustannustehokkaassa vaiheessa paikalleen.

Työkuvauudistuksen myötä suunnitteluaineisto tullaan laatimaan työvaiheittain eli pienemmissä kokonaisuuksissa. Kuvien julkaisukokonaisuuden laajuudesta ei ole tehty aiemmasta poikkeavaa päätöstä. Aiemmin kerralla julkaistava kuvakokonaisuus on ollut kokonaisen rengaslohkon kuvat. Kappaleessa 1.5 todetaan kuvauudistuksen tähtäävän parempaan piirustusten luettavuuteen ja materiaalivirtaan. Piirustusten parempaan luettavuuteen pyritään osien kuvaamisella piirustuksissa samassa asennossa kuin työ tehdään ja esittämällä kuvassa vain tarvittavat rakenteet ja osat. Tällä uudistuksella tavoitellaan myös varastosta hakujen tarkentumista. Materiaalivirtauksen näkökulmasta tahtotila on, että varastosta noudetaan entistä useammin vain kyseiseen työvaiheeseen tarvittavat materiaalit ja tavarat.

Kappaleesta 3.4 voidaan lukea varastolta esitetty tahtotila ohjelmapäivityksen toteutumisesta. Varaston odotus on kirjausten, varastosaldojen ja materiaaliseurannan helpottuminen uuden ohjelman avulla. Tällaisesta investoinnista ei ole olemassa päätöstä.

Tuotannonsuunnittelun tahtotila on kappaleen 3.7 mukaan laatia ja jaella työkortit tulevaisuudessa sähköisessä muodossa. Tämä edellyttää, että käytössä oleva ohjelma mahdollistaa kaikkien tarvittavien tietojen syöttämisen sähköiseen työkorttiin.

Polttokoneen työnohjattavuuteen ja kapasiteetilaskentaan liittyvästä tahtotilasta voidaan lukea kappaleesta 3.5, jossa esitetään tuotanto-osaston tahtotila tarkemmasta polttokoneen kuormitustilanneraportoinnista ja kapasiteetin riittävyyden seuraamisesta järjestelmään tallennettuja tietoa hyödyntämällä.

Tuotannon esimiestasolta todetaan, että tuotannon edustajien ei tule osallistua materiaalihankintaan. Tuotannon puolelta tahtotila on, että työtä edeltävät vaiheet saadaan toimimaan niin hyvin, että työn edellytykset ovat olemassa ennen työn aloitusta. Mikäli työn edellytykset eivät ole olemassa, asiasta pitää informoida tuotantoa hyvissä ajoin ennen työn suunniteltua aloitusta. Tuotannon tahtotila on, että työkuvan ja osaluettelon osoittamat materiaalit toimitetaan valmiiksi työpisteelle tuotantoa edeltävien prosessitoimijoiden toimesta, jolloin tuotanto pystyy keskittymään tuotteen valmistukseen.

Tuotteen valmistumisen ohjaukseen on olemassa tahtotila, joka käy ilmi kappaleesta 1.5. Tahtotila on, että laatutarkastukset alkavat hyvin varhaisessa vaiheessa. Jokaisen tuotantovaiheen kuten esivalmistus-, osakoonti- ja pääkoontivaiheiden jälkeen tulee suorittaa laatutarkastus, jotta mahdolliset virheet ja poikkeamat löydetään ennen osien siirtymistä tuotannossa eteenpäin. Tavoitteena on aikaisempaa valmiimpien kokonaisuuksien lähettäminen seuraavaan työvaiheeseen.

5. YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Tehokas toiminta tuotantoprosessissa toteutetaan ajatuksella ”tehdään asiat kerralla oikein”. Tämän tavoitteen saavuttamisen edellytykset luodaan ennen tuotantovaiheen alkamista. Tuotantotekninen suunnittelu mahdollistaa realistisen tuotantosuosittelman laatimisen ja parantaa työn hallittavuutta. Päivittäisen johtamisen palaverikäytäntö lisää ennakoivaa ajattelutapaa ja toimintaa. Ennakoinnin mahdollisuus lisääntyy, kun tiedon kulkua prosessissa parannetaan tietoisesti ja informaation varhainen hyödyntäminen toteutuu mahdollisimman monessa prosessin vaiheessa.

5.1 Yhteenveto tutkimuksesta

Kappaleessa 2 esitetty Lapinleimun ja kumppaneiden (1997) näkemys tuotannon ohjauksesta ennemmin toimintona kuin organisaation yksikkönä on huomio, jonka mukaan tuotannon ohjaukseen vaikuttaa suurempi toimintojen kokonaisuus, kuin mitä yhden osaston toimenpiteet ovat. Tässä tutkimuksessa katsotaan, että tuotannonohjaukseen vaikuttaa kiinteästi kaikki tuotantoa edeltävät vaiheet, jotka tuottavat informaatiota tai varmistavat resursseja valmistustoimintojen toteuttamiseksi. Tuotannonohjausprosessi kattaa siis rakennustavan laadinnan, aikataulun laadinnan, malli- ja kuvasuunnittelun, oston, varaston ja tuotannosuunnittelun toiminnot. Tuotannonohjausprosessin perustana on realistinen toteutussuosittelma, joka on koottu aikataulumuotoon.

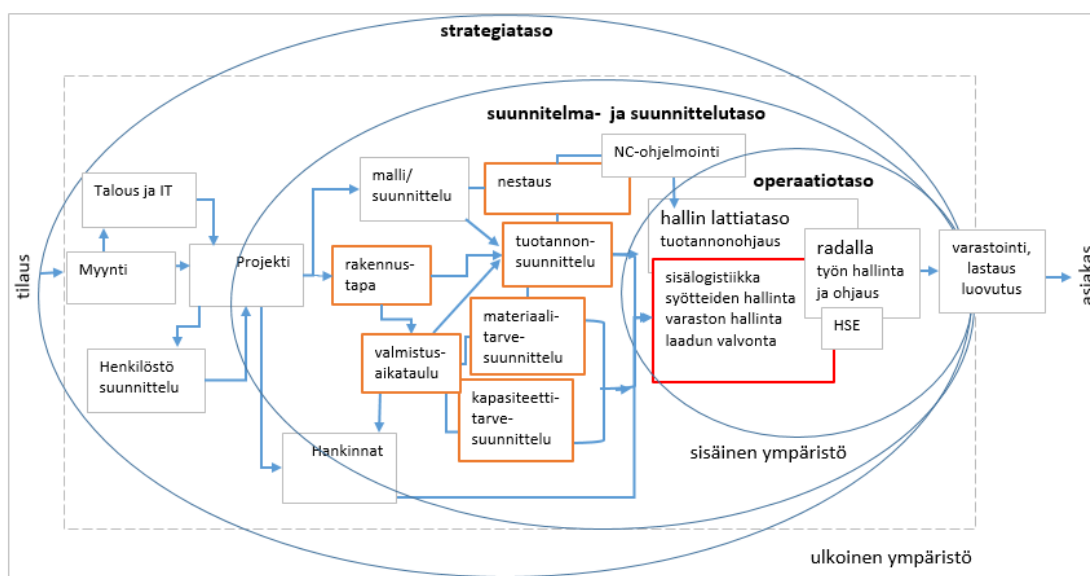
Lapinleimuun ja kumppaneihin (1997) viitaten kappaleessa 2 todetaan, että valmistuksen valmiudet luodaan tuotantoteknisellä suunnittelulla. Tuotannonohjausprosessi on Lapinleimun ja kumppaneiden ajatusta tarkisteltaessa sekä Chengin ja Simmonsien (1994) tuotannonohjaussysteemiä kappaleessa 2 tarkasteltaessa ymmärrettävissä kaikkien suosittelma- ja suunnittelutason prosessivaiheiden sekä operaatiotason prosessivaiheiden yhteiseksi prosessikokonaisuudeksi.

Lapinleimun ja kumppaneiden (1997) sekä Chengin ja Simmonsien (1994) näkemykset tuotannonohjausprosessista tukevat tarvetta työn toteutussuosittelman laatimisesta työnohjausryhmän toimesta. Tuotantoteknisen suunnittelun voidaan todeta olevan kohdeyrityksen tahtotilan mukaan yksi tärkeimmistä kehitystä kaipaavista asiakokonaisuuksista. Kappaleesta 4.2 voidaan lukea, että rakennustavan halutaan kohdeyrityksessä olevan tarkempi ja hienojakoisempi. Tämä tarkoittaa sitä, että rakennustapakokoontumisia tulee kehittää ja ylläpitää systemaattisemmin kuin tällä hetkellä nykytilan mukainen käytäntö on. Rakennustavan toivotaan tarjoavan lattiatason työn toteutukselle valmiimmaksi analysoitu paras toimintatapa kunkin työvaiheen toteuttamiseksi. Projektin tuotantoaikataulun tehtäväjako ja toteutussuosittelma

perustuvat dokumenttimuotoon kirjattuun rakennustapaesitykseen. Myös aikataulutehtäviä tulee miettiä tuotantoa palvelevammiksi perustuen tarkempaan rakennustapaan. Hyvin mietitty hienojakoinen rakennustapa jättää vähemmän avonaisia kysymyksiä ja tulkinnan varaa kuin karkean tason rakennustapa.

Kappaleessa 2 Berkuniin (2006) viitaten esitetään aikataulun omaavan kolme tärkeää tehtävää. Aikataulu on ensisijaisesti sopimus työn toteuttamisen raameista, johon jokaisen prosessissa toimijan tulee sitoutua. Aikataulu kokoaa projektin osiin palastellut työtehtävät yhtenäiseksi kokonaisuudeksi ja auttaa samalla työn hallittavuutta sekä kokonaisuuden hahmottamista. Ajatus asioiden tekemisestä kerralla oikein tulee olla koko prosessin pituisen toimintojen ketjun tavoite.

Kuvassa 35 on hahmoteltu kohdeyrityksen tuotannonohjausjärjestelmän rakennetta Chengin ja Simmons (1994) laatimaa rakennetta mukaillen. Kuvaan on korostettu oranssilla värillä suunnitelma- ja suunnittelutason vaiheet, joilla tutkimusaineistoon perustuen voidaan todeta olevan merkittävä rooli työn edellytysten varmistamisessa ja työn hallittavuuden määrittämisessä. Punaisella värillä korostettu operaatiotason toimintojen kokonaisuus on tärkeä osa työn toteutuksen hallinnassa.



Kuva 35. Kohdeyrityksen tuotannonohjausjärjestelmän rakenne Chengiä ja Simmonsia (1994) mukaillen.

Tuotannonohjausprosessin nykytilasta laaditun kartoituksen avulla kappaleesta 3 sekä kappaleesta 4 nähdään erityyppisten tehtävien liittyminen toisiinsa prosessin sisällä. Prosessin kartoittamisesta ja mallintamisesta kerrotaan kappaleessa 2.3. Tässä tapaustutkimuksessa haastatteleamalla suoritettu nykytilan kartoitus antaa viitteitä olemassa olevasta tarpeesta nostaa palvelutasoa useassa tutkittavan prosessin rajapinnassa. Prosessissa edeltävien vaiheiden informaation kulku koetaan

riittämättömäksi tai huonosti tavoitettavaksi ainakin nestauksessa, varastotoiminnoissa ja tuotannossa.

Kappaleeseen 2.1 Krajewskin ja Ritzmanin (2005) teoriaan viitaten voidaan esittää, että parhaiten tuotantoa palveleva rakennustapa toteutetaan eri toiminnallisilta alueilta asiaa tarkastelevista henkilöistä kootun rakennustaparyhmän toimesta. Saman ryhmän toimesta samassa yhteydessä voidaan tarkastella tuotantoaikataulun tehtäväjako, jotta työn toteutussuunnitelmat ja tehtäväjako palvelevat tuotantoa parhaiten.

Viitaten kappaleeseen 1.3 voidaan todeta, että Aveva Marine-ohjelmisto on avain asemassa tuotteensuunnittelun ja työn toteutuksen suunnittelun tehostamisessa sekä tuotannonohjausprosessin ennakoinnin lisäämisessä. Ohjelman tarjoamien kehitysmahdollisuuksien tarkastelu on meneillään kohdeyrityksessä.

Hyvänä esimerkkinä kohdeyrityksen suunnittelussa tapahtuvasta kehityksestä, joka vaikuttaa prosessin seuraaviin vaiheisiin merkittävästi, ovat työvaihekohtaiset kuvat. Työvaihekohtaisuus ja kappaleessa 1.5 esitetty kuumavarusteluosien kuvaaminen teräskuvissa mahdollistavat mahdollisimman valmiit, mahdollisimman varustellut ja laatutarkastuksen läpikäyneet osakokoonpanokokonaisuudet, jotka tehostavat pää- ja loppukokoonpanovaiheiden suorittamista. Tuotteen valmistettavuuteen ja kokoonpantavuuteen suunnitteluvaiheessa keskittyvistä menetelmistä mainitaan myös teoriaosuuden kappaleessa 2.5, jossa viitataan Lohtanderin tekstiin Huhtalan ja Pulkkinen (2009) toimittamassa tuotettavuuden kehittämistä käsittelevässä kirjassa.

Kappaleesta 1.5 voidaan lukea miten kuvauudistuksen avulla pyritään parempaan sisäisen asiakkaan palvelutasoon tuotannon suuntaan, kun piirustusten luettavuutta pyritään parantamaan. Osien kuvaaminen piirustuksissa samassa asennossa kuin työ tehdään, selkeyttää kuvien luettavuutta. Luettavuutta ja materiaalivirtaa selkeyttää niin ikään kuvan sisältämän tiedon täsmentyminen työvaihekohtaiseksi informaatioksi. Tällä uudistuksella tavoitellaan tarkoituksenmukaisempaa materiaalin kulkua varastosta tuotantoon.

Yksi malli, joka sisältää eri työläjien suunnittelun ja jossa työ voidaan osittaa työvaihekohtaiseksi informaatioksi, tukee hyvin tuotantoteknistä ja operatiivista suunnittelua, joista esimerkkinä voidaan mainita rakennustapa, aikataulu ja työohjeistuksen laatiminen.

Tässä työssä on kartoitettu myös nestauksen työnkuvaa ja toimintarutiineja melko tarkasti, vaikka tutkimuksen aihealuetta tarkasteltaessa voidaan todeta, että nestaus on suunnittelun sisäistä toimintaa ja näin ollen sen vaikutukset ennakoivan tuotannonohjauksen prosessiin rajoittuvat vain nestautyön tuotokseen eli levyn polttotiedostoihin ja niiden virheettömyyteen. Nestaus on kuitenkin nykyisessä toimintamallissa korostetun tärkeässä osassa nestin sisältämien tietojen virheettömyyttä ajateltaessa. Tässä tutkimuksessa todetaan, että Aveva Marine-ohjelman mahdollistama

kehitys suunnittelutyössä mahdollistaa kehityksen ja nykyisten työskentelyrutiinien kriittisen tarkastelun myös nestaustyön osalta.

Ritvanen ja kumppanit (2011) puhuvat sisälogistiikan toimivuuden tärkeydestä. Kappaleesta 2.4 voidaan lukea sisälogistiikkaan liittyvän materiaalityösuunnittelun pohjautuvan tietämykseen siitä millainen on päivä- ja viikkotason materiaalityö. Materiaalityövirtauksen lähtökohdaksi he mainitsevat asiakkaan tarpeen tyydyttämisen. Kappaleesta 2.4 löytyy myös Christopherin (2011) esittämä ajatus, että materiaalin ja tiedon liikkuminen toimittajan ja tarvitsijan välillä perustuu ohjaukseen systeeminä.

Materiaalityövirtauksen näkökulmasta kohdeyrityksen tahtotila on, että varasto-ohjausta ja palvelutoimintaa tulee ryhtyä kehittämään ja järjehtämään. Tästä kehitystarpeesta voidaan nähdä viitteitä kappaleista 3.2, 3.4 ja 3.7. Varastolla on olemassa ohjeistettuja ja vakiintuneita toimintamalleja, mutta tämän hetkisen tietojärjestelmän heikkouden ja olemassa olevista toimintaohjeista oikaiseminen vaikeuttavat varaston toimintaa suuresti. Varastolla ei tämän hetkisen toimintamallin mukaan ole mahdollisuutta ennakoiwaan toimintaan tuotantosuunnitelman materiaalityötarpeita ajateltaessa, sillä varastolta puuttuu ennakointiin tarvittava informaatio ja toimintaa ennakoivasti ohjaava impulssi.

Kappaleessa 2.1 on viitattu Wysockiin (2004) ja siinä kerrotaan projektitoiminnan viestinnän hallitsemisesta. Myös kappaleessa 2.3 viitataan Damelion (1996) esittämiin kommunikaatiota vahvistaviin prosessien rajapinnoilta tunnistettaviin henkilöihin ja tarpeisiin. Tarveanalyysin laatimisen tärkeyttä ei voi liikaa painottaa, jotta kaikki toimijat projektiympäristössä tietävät oman työnsä rajapinnoissa toimivien tarpeet ja ovat saaneet esittää omat tarpeensa. Projektin tiedonkulkua pystytään parantamaan ainoastaan eri toimijoiden informaatiotarpeiden kartottamisen kautta.

Sisäisestä asiakkuudesta kerrotaan kappaleessa 2.5. Samoin asiakkaan tarpeiden tyydyttämisen tärkeydestä kerrotaan kappaleessa 2.4. Kappaleessa 2.1 Lapinleimu ja kumppanit (1997) toteavat eri toimijoiden välisen yhteistyön parantavan kokonaisuuden tajuamista ja osallistumista. Yhteistyön lisääminen pitää olla esimieslähtöistä, mutta kaikkia toimijoita osallistumaan haastavaa, jotta toimilla saadaan aikaan sisäisen yrityskulttuurin muutos. Osallistumisen myötä yrityskulttuuria voidaan kehittää palvelupainotteisemmaksi. Tähän viitataan myös kappaleessa 2.5, jossa kerrotaan Likerin ja kumppaneiden (2013) painottavan horisontaalisti asiakkaaseen keskittyvää yrityskulttuuria.

Prosessikoulutuksella ja osastojen välisen tiedonvaihdon lisäämisellä voidaan parantaa niin sanottua prosessikuria ja eri rajapinnoissa työskentelevien toimijoiden ymmärrystä siitä mihin kaikkiin toimiin ja prosessin osiin oma toiminta tai esimerkiksi menetelmien oikaiseminen vaikuttaa. MARS-järjestelmään tehtävien kirjausten oikaiseminen on yksi esimerkki Argyris ja Schönin (1996) esittämästä single-loop -oppimisesta, jossa ongelmatilanne ratkaistaan toimintamallin muutoksella, mutta jätetään ongelman

todellinen alkuperä käsittelemättä. Double-loop –oppiminen eli syvemmin ongelman alkuperään pureutuva ratkaisuoppiminen vaatii hyvää ohjelman ominaisuuksien tuntemista ja koulutusta.

Työntekijöiden koulutus lisää ymmärrystä siitä, mitä on ohjelmakuri. Ohjelmakuri pitää sisällään järjestelmien suunnitelman mukaisen käytön niin, että järjestelmäkirjauksissa ei hyväksytä oikomistoimia. Tämän myötä kirjauksiin tulee luultavasti kulumaan enemmän aikaa ja joudutaan näkemään enemmän vaivaa kuin aiemmin. ERP-järjestelmän käyttöoikeuksien rajoituksia tulee selvittää tarkemmin, jotta omaehtoinen tiedonhankinta järjestelmästä mahdollistetaan paremmin.

Kohdeyrityksen tahtotilaa käsittelevässä palaverissa on todettu, että kokonaisprosessiin pitää pystyä tuomaan lisää tehokkuutta ja on todettu, että tehokkuuden lisääminen tarkoittaa työn parempaa hallitsemista. Tilanteessa, jossa yrityksen sisäisen toiminnan halutaan yltävän parempiin suorituksiin kuin aiemmin, lisämotivaation antajaksi Lapinleimu ja kumppanit (1997) sekä Karlöf ja kumppanit (2003) esittävät kappaleen 2.1 mukaan, että tavoitetasoa tulee nostaa. Lapinleimu ja kumppanit toteavat, että tavoitetaso tulee kuitenkin pitää realistisena ja yrityskulttuurin on hyvä olla sosiaalisuuteen ja yhteistoimintaan kannustavaa. Myös Laamanen ja kumppanit (2012) toteaa kappaleen 2.2 mukaan yhteistyösuhteiden kehittämisen olevan yksi parempien tulosten aikaansaamisen edellytys.

Tutkimuksen yhteenvedona on listattu asiakokonaisuuksia, jotka hidastavat ennakointia tai joissa on nähtävissä selkeää, systemaattisen, esimiesvetoisen kehityksen tarvetta, jotta tuotannonohjausjärjestelmän voitaisiin todeta olevan ennakoiva. Osaa kehitystarpeista ei ole mahdollista toteuttaa täysimittaisina ilman investointeja ja ohjelmapäivityksiä.

- projektikohtaisen tarveanalyysin huomioimisen ja toteuttamisen tarve
- suunnitteluprosessin tarkastelu kokonaisuutena Aveva Marinen mahdollistamien uusien toimintojen kautta
- käytössä olevan ERP-järjestelmän kankeus ja tehoton hyödyntäminen on puute
- ohjelmakurin ja prosessikurin tarve
- prosessikoulutuksen tarve, jotta kaikki toimijat ymmärtävät oman työnsä tai järjestelmän oikomistoiensa merkityksen seuraaville työvaiheille
- palvelutason noston tarve koko prosessissa
- rakennustavan systemaattinen työstämisen tarve
- työnsuunnittelun ennakointimahdollisuuden tarve
- Aveva Marinen hyödyntäminen tuotannonsuunnittelun työkaluna -tutkimisen tarve
- valmistavan työn viikko-, päivä- ja vuorokohtaisen ohjeistuksen tarve
- varastotoimintojen ennakointimahdollisuuden tarve
- tarve materiaalin toimitukseen työpisteelle ennen työn aloitusta muun kuin tuotannon henkilöstön toimesta
- tuotannon konekohtaisten kapasiteettilaskelmien tarve

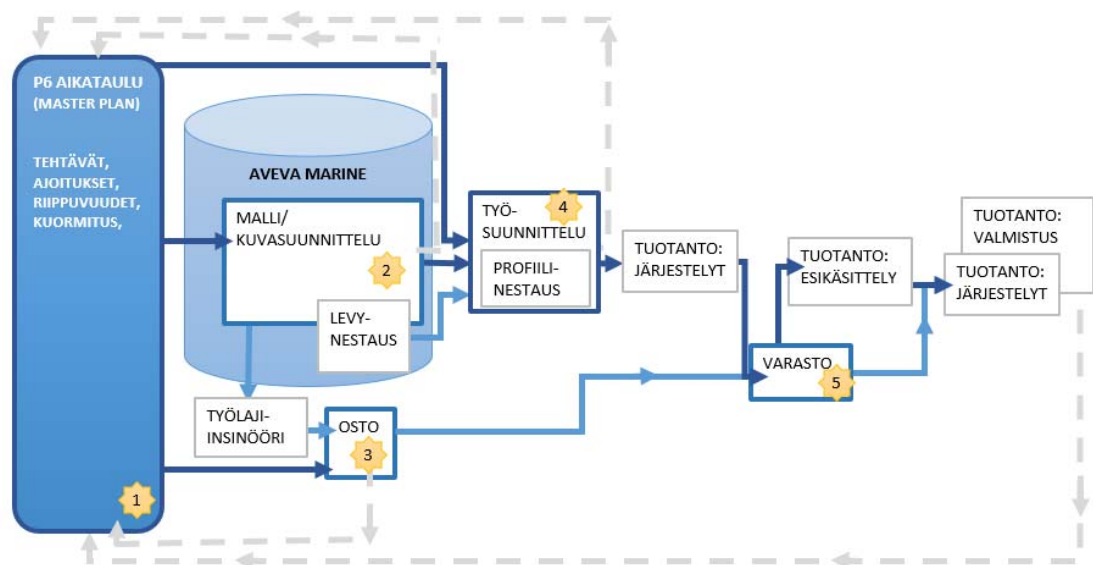
Kohdeyrittäjän nykytilan mukainen toimintamalli sisältää useita rutiiniksi muodostuneita työskentelytapoja, jotka muodostavat riskejä ja estävät prosessin tehokasta toimintaa ja kehitystä. Alla olevassa kuvassa on listattu muutamia nykytilan toiminnan pohjalta esiin nousseita riskitekijöitä projektinohjauksen näkökulmasta.

prosessin toiminto	vaikutus	riski
heikosti laadittu tarveanalyysi	koko prosessi	tiedot eivät kulje ja kukin metsästää tarvitsemaansa tietoa
polttotietojen siirrot Aveva Marinesta monen siirron ja tarkistuksen kautta	polttotiedostojen sisältö	inhimillisten virheiden mahdollisuus kasvaa
kuvien julkaisu isona pakettina	kuvien ja nestien julkaisu	resurssiperusteinen pullonkaula
MARS -osaohjaus	osaseuranta tuotannossa	riittämätön osaseuranta, osat eivät ohjaudu eteenpäin -> osia hukkuu
MARS-kirjausten kanssa oikaiseminen mm. tilausehdotukset, tilaukset, työkortit & vaiheet, tuntikirjaukset tavaran tuloutukset, laskujen kohdistus ym.	kohdeyrittäjä, projektit ja koko tuotantoprosessi	tarpeellista tietoa ei löydy järjestelmästä, mm. materiaaliseuranta, tulouttaminen ja kustannusseuranta hankaloituvat
ERP-järjestelmän (MARS) oikeuksien rajoittaminen	kohdeyrittäjä, projektit ja koko tuotantoprosessi	ERP-järjestelmän huono hyödyntäminen, tiedon puute, paljon lisätyötä tiedon hankkimiseksi
varastojärjestelmän kankeus	varasto, osto, tuotanto, projekti	osaseuranta ontuu, varastosaldot eivät ole ajantasalla -> rinnakkaisia excel-listoja, varastolla monimutkainen seuranta
materiaalitarvesuunnittelun läpinäkyväisyys	varasto -> tuotanto	tuotanto suorittaa työkortin + liitteiden perusteella sisäistä materiaalihankintaa
prosessikoulutuksen puute	koko prosessi	-kokonaisuuden ymmärtäminen jää heikoksi -ei nähdä oman työn vaikutuksia kokonaisuuteen
rakennustapa jää karkealle tasolle	aikataulu ja työsuunnittelu	operatiivinen/tuotantotekninen suunnittelu ei palvele tuotantoa riittävästi: -toteutustavan riittämätön ohjeistus, -aikataulun tehtäväjako huono, -virheellinen kapasiteettisuunnittelu

Kuva 36. Riskikartoitus projektinohjauksen näkökulmasta.

5.2 Nykyinen vs. vaihtoehtoinen toimintatapa

Nykyiselle toimintatavalle on laadittu vaihtoehtoinen toimintatapa, jonka avulla tuotannonohjausprosessiin on mahdollista lisätä ennakoivuutta. Ennakointi prosessissa edellyttää hyvää tiedonvälitystä prosessin kaikissa vaiheissa ja hyvää sisälogistiikan hallintaa. Tässä työssä esitetään tuotannonsuunnitteluosastolta lähtöisin oleva ajatus suunnittelun ja tuotannonsuunnittelun osittaisesta limittämisestä, jolloin työn toteutustapoja voidaan tarkastella mallin perusteella jo ennen virallisten työkuvioiden julkaisua. Nykyinen toimintatapa rakennustapasuunnitelman laatimisessa on, että suunnittelu piirtää puhtaaksi tarjousvaiheessa laaditun rakennustapaehdotuksen ja julkaisee dokumenttimuodossa rakennustapaesityksen. Rakennustapaesitys on pohjana valmistusaikataulun laatimiselle. Valmistusaikataulu antaa tarveajat suunnittelulle ja ostotoiminnalle. Nykyistä toimintatapaa on hahmoteltu alla olevassa kuvassa 37.



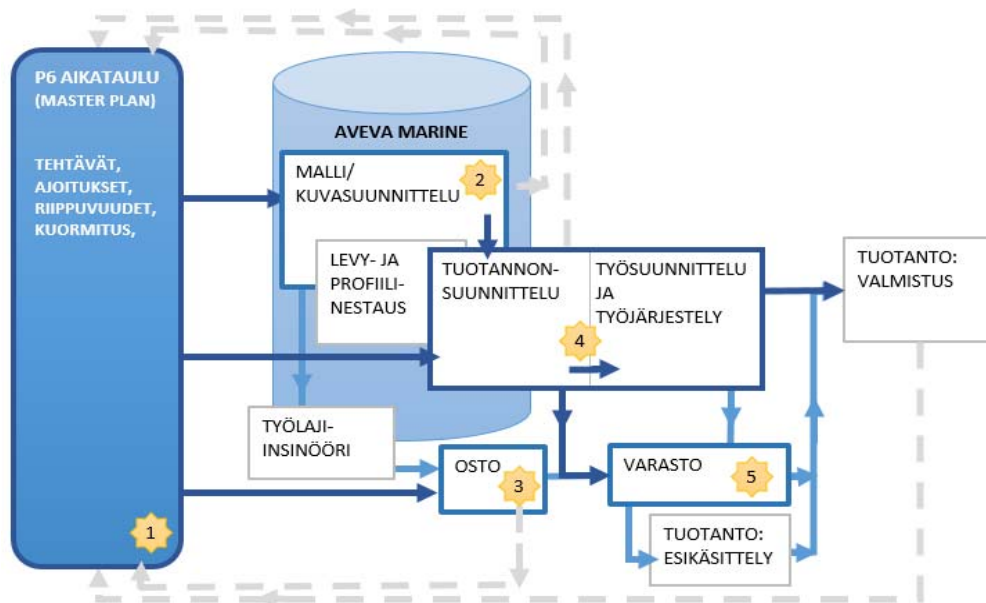
Kuva 37. Nykyinen toimintatapa.

Kuvasta 37 voidaan nähdä, että Aveva Marinea hyödynnetään tällä hetkellä mallinnus- ja kuvasuunnittelu sekä levynestaustyössä. Työlaji-insinööri hyödyntää suunnittelun tuottamaa tietoa materiaalitavaraesityksen eli MTO:n tekemisessä. Hän ei kuitenkaan saa Aveva Marine-ohjelmasta tällä hetkellä suoraan tulostettuna listausta tarvittavista materiaaleista vaan hän kokoaa listan itse. MTO:ssa esitetty materiaalityyppien jako ei tällä hetkellä kaikissa tapauksissa palvele materiaalityyppien seuranta, materiaalityyppien vastaanottoa eikä kustannusseuranta riittävän yksityiskohtaisella tasolla palvele sitä seuraavia

prosessin vaiheita parhaalla mahdollisella tavalla. Osto tekee materiaalitylausekset MTO:n pohjalta.

Työsuunnitteluosasto aloittaa työkorttien tekemisen suunnittelu- ja nestausvaiheen valmistuttua. Työsuunnittelu laatii työkortit valmistusaikataulun tehtävien pohjalta. Tuotanto saa työkortit paperiversioina ja työnjohtaja suorittaa materiaalihaun, jolloin varasto saa ensimmäisen impulssin tuotannon materiaalityrpeesta alkavaan työhön. Varasto toimittaa levyt esikäsittelyyn ja esikäsittelyn jälkeen levy toimitetaan polttohalliin.

Vaihtoehtoista toimintatapaa on hahmoteltu kuvassa 38, johon on mallinnettu tavoite hyödyntää Aveva Marine-ohjelman ominaisuuksia nykyistä pidemmälle. Vaihtoehtoisen toimintatavan esityksessä Aveva Marine malliin syötettyjä materiaalitytietoja olisi mahdollisuus hyödyntää nykyistä paremmin työlaji-insinöörin MTO:ta varten tuottamaa materiaalityrvelistausta varten. Mikäli Aveva Marinesta pystyisi ajamaan suoraan listauksen materiaaleista, MTO voitaisiin helpommin jakaa tarpeelliseen määrään materiaalityrvejä.



Kuva 38. Vaihtoehtoinen toimintatapa.

Vaihtoehtoisena toimintatapana esitetään, että aikataulun tehtäväjaon laadintaan panostetaan nykytilaa enemmän, jotta tehtävien kokonaisuus palvelee tuotantoa ja

seurannan tarpeita paremmin. Aikataulun tehtäväjako antaa tarveajoitukset kuville ja materiaaleille.

Suunnitteluosaston sisäisen prosessin kehitys Aveva Marine-ohjelman avulla sekä mallin hyödyntäminen tuotantoteknisessä suunnittelussa vaikuttavat omalta osaltaan tuotannonohjausprosessin kehittämiseen ja asioiden ennakointiin.

Toiminnan ennakoivuutta lisäävänä toimenpiteenä esitetään, että tuotannonsuunnitteluosaston työ jaetaan selkeästi kahdeksi prosessivaiheenkokonaisuudeksi. Aveva Marine-ohjelman ominaisuuksia pystytään näin ollen hyödyntämään jo tuotannonsuunnittelu-vaiheessa kun työsuunnittelun toiminnot viedään lähemmäs suunnittelua. Tällöin työpaketit avataan työsuunnittelun ”pankkiin” seuraavia käsittelyvaiheita varten ja työkortin informaatio kirjataan Aveva Marine-ohjelmaan. Työkorttia pystytään työstämään mallista saadun informaation pohjalta osittain suunnittelun kanssa samanaikaisesti. Tuotannonsuunnitteluvaiheessa systemaattisesti järjestettävien rakennustapalaverien pohjalta tarkennettava rakennustapa toimii lähtöaineistona työn viikko-, päivä- ja vuorokohtaiselle suunnittelulle. Työjärjestely tarkoittaa työn ohjauksen organisoimista työjärjestys ja layout -mielessä kirjalliseen muotoon laadituksi valmistusohjelmaksi. Työsuunnittelun osuus viedään näin ollen lähemmäs tuotantoa kun työvaiheiden työt valmistellaan ja materiaalihankinta suoritetaan työjärjestelyosaston toimesta ennen valmistuksen aloitusta. Työjärjestelyn tuottama päivä- ja vuorokohtainen valmistusohjelma on hyvä esitellä päivittäisen johtamisen palaverin yhteydessä.

Vaihtoehtoinen toimintatapa tuottaa varastolle selkeän informaation ja impulsin tuotannon tarvitsemista materiaaleista hyvissä ajoin ennen työn alkamista, jolloin varasto pystyy ennakoiden toimittamaan levyt esikäsittelyyn ja ennakoiden keräälemään tarvittavat osat ja materiaalit. Työjärjestelyn varastolle toimittaman listauksen mukaan varastosta kerätyt materiaalit toimitetaan päiväkohtaisen tarpeen mukaan oikeille työpisteille.

Jotta varasto pystyy vastaamaan haluttuun palvelutasoon ja toimintamalliin, varaston toiminnot tulee ottaa tehokkaammin osaksi tuotannonohjausprosessia. Tiedonkulkua voidaan parantaa lisäämällä yhteistoimintaa ja nostamalla esiin varaston osallistumistarve projektin ja prosessin palaverihin.

5.3 Johtopäätökset

Johtopäätöksenä päätutkimuskysymykseen: ”Miten kohdeyrityksen tuotannonohjauksen nykyprosessi toimii ja miten prosessin kulkua halutaan kehittää projektinohjauksen näkökulmasta katsottuna?” tässä työssä esitetään, että nykyprosessin kokonaiskuvaa vaivaa heikko palvelutaso ja prosessia voidaan tehostaa sisäisen asiakkuuden ymmärtämisen kautta. Prosessin eri vaiheissa on jonkin verran havaittavissa toiminnan tason olevan kiinni toiminnan suorittajasta. Tämä antaa viitteitä siitä, että yhtenäisen toiminnan ja päämäärän kannalta tuotannonohjausprosessin yleistuntemusta tulee lisätä kaikilla prosessiin liittyvillä osa-alueilla.

Johtopäätöksenä esitetään myös, että prosessin ennakoiduutta voidaan lisätä vain, jos tarvittavaa tietoa voidaan hyödyntää ennakkoon prosessin eri vaiheissa. Concurrent engineering -ajatusta voidaan hyödyntää muuallakin kuin kuvasuunnittelussa. Ennakoiva tuotannonohjausprosessi tähtää siihen, että entistä paremmin kaikilla prosessin toimijoilla on tieto siitä mitä, miten ja missä vaiheessa prosessia henkilökohtaisesti kenenkin tulee toimia. Ennakoinnin lisäämiseen tähtäävät toimet edellyttävät, että olemassa olevaa informaatiota pystytään hyödyntämään laajemmin tuotantoteknisessä ja operatiivisessa suunnittelussa.

Toiseen tutkimuskysymykseen, jossa kysytään millaiset asiakokonaisuudet nousevat nykytilan toiminnasta esiin, joihin puuttumalla tuotannonohjausjärjestelmää voidaan kehittää ennakoivampaan suuntaan todetaan, että tarveanalyysi, palvelutason nosto koko prosessissa, työn parempi hallittavuus ja Aveva Marine-ohjelman mahdollisimman laaja hyödyntäminen ovat avainasemassa olevia asiakokonaisuuksia. Nykyisen prosessin sisältämät riskit liittyvät toiminnanohjaus- ja varastojärjestelmän kankeuteen ja vajaaseen hyödyntämisasteeseen, tiedon huonoon virtaukseen varaston suuntaan, sisälogistiikkaan sekä operatiiviseen ja tuotantotekniseen suunnitteluun ja ohjaukseen.

Lopuksi tämän työn johtopäätöksissä esitetään, että *kokonaisuuden tajuaminen* ja *osallistuminen* ovat tärkeässä osassa yrityksen eri prosessien liittämässä toimivaksi tuotannonohjausprosessiksi. Näiden kahden asian kokemisen lisääminen auttaa yrityksessä toimivia henkilöitä sisäistämään olevansa omalta osaltaan vastuussa organisaation tuottamasta laadusta ja palvelusta. Tähän tavoitteeseen pääsemiseksi työntekijöiden koulutus ja horisontaalisten organisaatioryhmien välisen yhteistyön lisääminen edellyttää esimieslähtöistä toiminnan kehitystä.

LÄHTEET

- Albino, V. Pontrandolfo, P. & Scozzi, B. (2002). Analysis of information flows to enhance the coordination of production processes. *International Journal of Production Economics*. 75, ss. 7-19.
- Argyris, C. & Schön, D. A. (1996). *Organizational learning II theory, method, and practice*. Yhdysvallat. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 305 s.
- Aveva-internetsivut. AVEVA acquires Logimatic's MARS business to create a new centre of excellence in the fields of project management and planning. Luettu: 3.8.2016. Saatavissa: http://www.aveva.com/pt-BR/News-Events/Press-Releases/Press-Releases-2010/Corporate/MARS_acquisition.aspx
- Aveva-internetsivut. AVEVA products, services and solutions. Luettu: 2.9.2016. Saatavissa: http://www.aveva.com/en/Products_and_Services.aspx
- Aveva-internetsivut. Software for marine engineering and desing. Luettu: 9.9.2016. Saatavissa: <http://www.aveva.com/marine>
- Aveva-internetsivut. Enterprise resource management. Luettu: 22.9.2016. Saatavissa: http://www.aveva.com/en/Products_and_Services/Solution_Finder/Enterprise-Resource-Management.aspx
- Berkun, S. (2006) *Projektin hallinnan taito*. Helsinki. Readme.fi. 476 s.
- Bhasin, S. & Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*. Vol. 17(1), s. 56-72.
- Bilberg, A. & Alting, L. (1991). When simulation takes control. *Journal of manufacturing systems*. Vol. 10(3), ss. 179-193.
- Cheng, M. J. & Simmons, J. E. L. (1994). Traceability in manufacturing systems. *International journal of operations & production management*. Vol. 14(10), ss. 4-16.
- Christopher, M. (2011). *Logistics & supply chain management*. (4.p.), Harlow, Iso-Britannia. Pearson Education Limited. 276 s.
- Damelio, R. (1996). *The basics of process mapping*. New York, Yhdysvallat. Productivity Press. 65 s.
- Duggan, K. J. (2002). *Creating mixed model value streams: practical lean techniques for building to demand*. Yhdysvallat. Taylor & Francis group. 206 s.

Fogelholm, J. & Karjalainen, J. (2001). Tuotantotoiminnan mittaaminen. Helsinki. Werner Söderström Osakeyhtiö. 135 s.

Gilbreath, G. H. & Hill, A. V. & Zhang, W. (2009). Six Sigma: A Retrospective and Prospective Study. Conference Paper in POMS 20th Annual Conference Orlando, Florida U.S.A. s.38. Luettu: 13.8.2016. Saatavissa: <https://www.pomsmeetings.org/ConfPapers/011/011-0254.pdf>

Grönfors, T. (1996). Performance management. Espoo. Facile Publishing. 230 s.

Heizer, J. & Render, B. (2006). Operations management. (8.p.), New Jersey, Yhdysvallat. Pearson Education, Inc. 806 s.

Huhtala, P. & Pulkkinen, A. toim. (2009). Tuotettavuuden kehittäminen – parempi tuotteisto usesasta näkökulmasta. Helsinki. Teknologianinfo Teknova Oy. 431 s.

Ihalainen, P. & Hölttä, T. (2001). Six Sigma pähkinäkuoressa. Helsinki. Metalliteollisuuden Keskusliitto, MET. 83 s.

Karlöf, B. et al. (2003). Ota oppia parhaista, tehoa vertailuoppimisesta. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy. 323 s.

Karlöf, B. & Lövingsson, H. F. (2009). Johtamisen näkökulmat, peruskäsitteitä ja malleja. (3.p.), Helsinki. Edita Prima Oy. 382 s.

Kohdeyrityksen henkilöstölehti. (2013). No2. 24s.

Kohdeyrityksen sisäinen Nestix -käyttöohje. WI-FAB-001, Käyttöohje polttajalle.

Kohdeyrityksen sisäinen Nestix -käyttöohje. WI-FAB-006, Kokoonpanon Nestix2 -käyttöohjeet.

Kohdeyrityksen sisäinen projektikohtainen toimintaohje. 76-PP-A-157-00001-A.

Kohdeyrityksen sisäinen prosessikuvaus. QMS-CON-002-PDS, Process Data Sheet - Fabrication.

Kohdeyrityksen sisäinen tiedotuslehti. (2015). No2.

Kohdeyrityksen sisäinen tiedotuslehti. (2015). No3.

Kohdeyrityksen sisäinen tuotannontoimintaohje. GEN-FAB-001, Materiaalin vastaanotto.

Kohdeyrityksen sisäinen tuotannontoimintaohje. GEN-FAB-003, Materiaalin otto varastosta.

Kohdeyrityksen sisäinen tuotannontoimintaohje. GEN-FAB-004, Materiaalien palautus varastoon.

Kohdeyrityksen sisäinen tuotannontoimintaohje. GEN-FAB-005, Varastokirjanpito ja inventointi.

Kohdeyrityksen sisäinen tuotannontoimintaohje. GEN-FAB-006, Lähetykset varastosta.

Kohdeyrityksen sisäinen tuotannontoimintaohje. GEN-FAB-007, Esikäsittely.

Kohdeyrityksen sisäinen tuotannontoimintaohje. GEN-FAB-008, Polttoleikkaus ja railon valmistus.

Kohdeyrityksen sisäinen tuotannontoimintaohje. GEN-MTR-102, Materiaalin jäljitettävyys.

Kohdeyrityksen sisäinen työohje. QMS-CPL-1002, Ohje tuotannonsuunnittelijalle; OTT-tunnukset osaohjauksessa.

Kohdeyrityksen sisäinen työohje. GEN-ENG-004, Suunnittelukatselmukset.

Kohdeyrityksen sisäinen työohje. QMS-ENG-1100, Profiiliosaluettelon teko.

Kohdeyrityksen sisäinen työohje. QMS-ENG-4001, Materiaalin varaus/material take off.

Kohdeyrityksen sisäinen työohje. QMS-ENG-4101, Mars-osaluettelo.

Kohdeyrityksen sisäinen työohje. QMS-ENG-4201, Nestausohjeita.

Kohdeyrityksen sisäinen työohje. QMS-ENG-4203, Levylista ja sen käyttö.

Kohdeyrityksen sisäiseen käyttöön julkaistu Power Point esitys, Application of asseby code system. RR-6027-MS-C143-00002 rev.A., päivätty: 17.3.2016

Kohdeyrityksen sisäiseen käyttöön julkaistu Power Point esitys, Työkuvauudistus (kokeilu), päivätty: 20.11.2013

Kouri, I. (2009). LEAN taskukirja. Helsinki. Teknologiateollisuus ry. 38 s.

Krajewski, L. J. & Rizman, L. P. (2005). Operations management processes and value chains. (7.p.), New Jersey, Yhdysvallat. Pearson Education, Inc. 831 s.

Laamanen, K. (2001). Johda liiketoimintaa prosessien verkkona – ideasta käytäntöön. Keuruu, Suomen Laatu keskus Koulutuspalvelut Oy. 300 s.

Laamanen, K. (2012). Johda liiketoimintaa prosessien verkkona – ideasta käytäntöön. (9.p.), Espoo, Laatu keskus Excellence Finland. 300 s.

Laamanen, K. & Tinnilä, M. (2009). Prosessijohtamisen käsitteet. Espoo. Teknologia info Teknova Oy. 156 s.

Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen S. (1997). Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo. WSOY. 398 s.

Lean Enterprise Institute Inc.-internetsivut. What is lean? Luettu: 13.7.2016. Saatavissa: <http://www.lean.org/whatslean/>

Liker, J. & Convis, G. (2012). Toyotan tapa lean-johtamiseen. Helsinki. Readme.fi. 243 s.

Moilanen, R. (2001). PRO - Oppivan organisaation mahdollisuudet. Helsinki. Kustannusosakeyhtiö Tammi. 234 s.

Murto, K. (2001). Prosessin johtaminen - kohti prosessikeskeistä työyhteisön kehittämistä. Jyväskylä. Jyväskylän Koulutuskeskus Oy. 144 s.

Nestix-internetsivut. Nestix Cutting. Luettu: 3.8.2016. Saatavissa: <http://www.nestix.fi/fi/teraspalvelukeskukset-konepajat-laivanrakennus-cutting-mes-erp/nestix-cutting.html>

Ritvanen, V., Inkiläinen A., von Bell, A. & Santala, J. (2011). Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi, Suomen Huolintaliikkeiden Liitto ry, Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY ry. 252 s.

Robbins, S.P., DeCenzo, D.A. & Coulter M. (2013). Fundamentals of Management. (8.p.), Harlow, Iso-Britannia. Pearson Education Limited. 497 s.

Shafer, M. & Moeller, S. (2012). The effects of Six Sigma on corporate performance: An empirical investigation. Journal of Operations Management. Vol.30(7–8), s. 521–532

Slack, N., Chambers, S. & Johnston, R. (2010). Operations Management. (6.p.), Harlow, Iso-Britannia. Pearson Education Limited. 686 s.

Slack, N. et all. (2013). Operations Management. (7.p.), Harlow, Iso-Britannia. Pearson Education Limited. 733 s.

Steele, L. W. (1988). Managing Technology. Yhdysvallat. McGraw-Hill, Inc. 356 s.

Thompson Jr., A. A., Strickland, A. J. & Gamble, J. E. (2007). Crafting & executing strategy. (15.p.), New York, Yhdysvallat. McGraw-Hill/Irwin. 620 s.

Vilpola, I. & Terho, K. (2008). Tehokkuutta tuotannon tietojärjestelmiin – loppukäyttäjä mukaan määrittelyyn. Helsinki. Teknologiateollisuus ry. 51 s.

Vollmann, T., Berry, W. & Whybark, D. (1997). Manufacturing planning and control systems. (4.p), McGraw-Hill. Yhdysvallat. 836 s.

Wysocki, R. K. (2004). Project Management Process Improvement. Norwood, Yhdysvallat. Artech House, Inc. 231 s.